

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta tesis doctoral sólo ha sido posible gracias a la colaboración, a la comprensión y a las palabras oportunas de muchas personas, a las que debo gratitud perenne.

A Andrés Monzón, quien además de guiarme con su valiosa experiencia y su sabio y oportuno consejo en las tareas de dirección de esta tesis, me ofreció su confianza, su generosidad y su entrañable amistad. *¡Mil gracias estimado Andrés!*

Al grupo TRANSyT: Carmen, Alfredo, Miguel, Pedro, Emilio, Santiago, Esther, Ana María, Elena, Maria Eugenia, Rocío, Paula, Marisa, Elena Rosado y a todo el grupo de becarios. El haber tenido la oportunidad y el placer de compartir el día a día con ustedes, me permitió la dicha de conocer y querer a España: *¡Son fenomenales!* Espero verles algún día por mi país, con la esperanza de poder acogerles y devolver tanta hospitalidad.

Al querido profesor Rafael, mi tutor y quien me animó a dar el salto. Gracias por las enseñanzas, por la amistad y especialmente *¡por el ejemplo!*

A Daniel, a Paul, a Isabel, a José Manuel, a Ángel y a todos los profesores y el personal administrativo del Departamento de Ingeniería Civil - Transportes. Espero poder reproducir algo sus valiosas enseñanzas.

A Mayte, Domingo y Carlos Cristóbal, del Consorcio de Transportes de Madrid que me facilitaron el acceso a la información básica: Su ayuda ha sido invaluable.

A Domingo, a Daniel, a Juanca, a Fori, al flaco Vargas y a toda la Facultad de Ingeniería de la UPTC, por la amistad y el apoyo con los que siempre he contado.

Finalmente y no por ello menos importante, a mis más grandes amores Cla, Cami y Lala, gracias por tanto apoyo, ánimo, comprensión y paciencia. Los cuatro hemos crecido y mucho. *¡Ha valido la pena!*

A toda mi familia, que ha sabido soportar con estoicismo la larga ausencia. *Gracias mil. ¡Los quiero mucho!*

RESUMEN

El automóvil ha sido uno de los motores del desarrollo económico y social experimentado en el último siglo. Su presencia ha facilitado la urbanización de grandes extensiones de suelo a las que no era posible que accediera el transporte público, pero el incremento de la velocidad, la disposición de más infraestructuras carreteras y la reducción de sus costes, principalmente, han facilitado la dispersión de las actividades y de la población, que cada vez viaja más, a mayores distancias y utiliza más el coche.

Pero el coche no sólo cubre las grandes distancias, varios estudios señalan que ese modo se utiliza cotidianamente para viajes cortos, que idealmente podrían ser realizados en modos como la bicicleta, el transporte público e inclusive *a pie*. En Europa por ejemplo, más del 50% de los viajes en coche cubren distancias inferiores a 8,0 km y de ellos, más de la mitad son inferiores a 3,0 km; distancias que podrían ser cubiertas en esos modos alternativos y con costes económicos y ambientales inferiores.

La visión frente al coche es contradictoria: individualmente es percibido como un modo más cómodo, seguro, rápido e incluso barato y de ahí su alta demanda, pero para el conjunto social y especialmente en las zonas densas, el coche es menos eficiente y más costoso que los otros modos, como se observa en cuanto al uso de energía, de espacio, la emisión de contaminantes, la accidentalidad, el ruido y el efecto barrera, por ejemplo. Considerando que debe primar el “interés general”, se requieren acciones y estrategias que eviten esos desequilibrios, promuevan la protección del ambiente, contribuyan al desarrollo económico y favorezcan la equidad y la inclusión social.

La presente tesis, tomando en cuenta las premisas enunciadas y considerando al tiempo de viaje, a los presupuesto de tiempo y a los costes como las variables más relevantes en la elección modal en las áreas densas, establece una metodología para identificar el potencial de viajes transferibles desde el coche y para determinar desde el punto de vista de la sociedad, los beneficios que se obtendría con un reparto modal consistente con los costes verdaderos.

La metodología de cuantificación y valoración se realiza a partir de los cambios en las características y magnitudes modales y de los impactos que dichos cambios generan sobre los costes socio-económicos y en particular, sobre externalidades tales como la accidentalidad, el ruido, la emisión de contaminantes o el efecto invernadero.

ABSTRACT

The automobile has been one of the driving forces of the economic and social development of the last century. Its presence has facilitated the urbanization of vast land extensions, previously not accessible by public transport. However, the increase in speed, the availability of more road infrastructures and the reduction of costs, among the main reasons, have boosted the geographical expansion of economic activities and residential areas. People travels more, to longer distances, leading to more car use.

But car is not only used for long distances. Various studies shown that this mode of transport is used for short trips on a daily basis, which could ideally be taken by bicycle, public transport or even walking. In Europe, for instance, more than 50% of car trips cover short distances of less than 8,0 kilometres, of which more than half are under 3 km. These distances could be covered by the mentioned alternative modes, with lower economic and environmental costs.

The vision regarding private car is contradictory. The car is individually perceived as more comfortable, safer, quicker, and even cheaper mode of transport than others, and that explains its demand. But for the society as a whole, and especially in populated areas, car is less efficient and more costly than the rest of modes, as it can be observed in terms of use of energy, space, emission of pollutants, accidents, noise or barrier effects, among others. Considering that the “general interest” must prevail over individual desires, sustainable strategies are required to avoid these unbalances, to promote the protection of the environment, to contribute to economic growth and to favour the equity and social inclusion.

Taking into account the mentioned premises, and considering travel time, time budget and costs as the most relevant variables for modal election in dense areas, the present thesis establishes a methodology to identify potential trips for a shift from car, and to determine the benefits that could be obtained, under a social point of view, from a modal split in coherence with true costs.

The quantification and valuation methodology is performed by considering the changes in modal characteristics and magnitudes, as well as the impacts that these changes generate on socioeconomic costs. It is of particular relevance the variation in terms of externalities such as casualties, noise, emission of pollutants or global climate change.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Generalidades	1
1.2	Objetivos y metodología.....	2
1.3	Estructura de los contenidos	4
2.	LA EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE Y LOS CENTROS URBANOS.....	7
2.1	Las ciudades y el transporte.....	8
2.1.1	Desarrollo económico y crecimiento poblacional	11
2.1.2	La forma urbana y el transporte	14
2.2	Las tendencias en la movilización en las ciudades.....	19
2.3	Los costes del transporte, las externalidades y la congestión.....	31
2.3.1	Los costes internos	33
2.3.2	Las externalidades	36
2.3.3	La congestión.....	39
2.4	El círculo vicioso del transporte urbano.....	41
2.5	Las estrategias de transporte sostenible	44
2.6	Síntesis	51
3.	VARIABLES RELEVANTES PARA EL CAMBIO MODAL.....	53
3.1	Introducción	53
3.2	Las dificultades y potencialidades del cambio modal	65
3.3	El presupuesto de tiempo del viajero.	69
3.4	La valoración del tiempo de viaje.....	77
3.5	El coste monetario del viaje.....	83
3.6	Síntesis	89
4.	PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE TRANSFERENCIAS MODALES.....	91
4.1	Introducción	91
4.2	Principios para la transferencia modal.....	95
4.2.1	El hogar como unidad socioeconómica y estadística	97
4.2.2	La independencia de los viajes.....	97
4.2.3	Mantenimiento de las actividades habituales.	101
4.2.4	Respeto del presupuesto de tiempo.....	102
4.2.5	Especialización modal.....	104
4.3	Modelización para la cuantificación de las transferencias	107
4.3.1	Generalidades	107
4.3.2	Identificación de los viajes de interés	110
4.3.3	Las fuentes de información – Recogida de datos	114

4.3.4	Zonificación	117
4.3.5	Redes de transporte	120
4.4	El proceso de cuantificación del potencial de transferencia	128
4.4.1	Identificación de los viajes susceptibles de transferencia	128
4.4.2	Valoración de la transferencia según la distancia de viaje.	132
4.4.3	Valoración de la transferencia de acuerdo con el tiempo.	134
4.4.4	Posibilidades de aplicación a otros contextos, referentes de uso y estrategias para conseguir la transferencia.	138
4.5	Valoración socioeconómica de las transferencias	145
4.5.1	La cuantificación de los costes internos	147
4.5.2	La cuantificación de las externalidades	164
4.6	Síntesis	173
5.	LA ZONA DE ESTUDIO: LA ALMENDRA DE MADRID	175
5.1	Generalidades.	175
5.2	El sistema de actividades	178
5.2.1	Población	178
5.2.2	Características socioeconómicas	180
5.3	El sistema de transporte	184
5.3.1	Organización administrativa	184
5.3.2	La oferta de transportes en Madrid	186
5.3.3	La demanda de transporte en Madrid y en la almendra.	190
5.4	Síntesis	198
6.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA DE CÁLCULO DE TRANSFERENCIAS AL CASO DE ESTUDIO	201
6.1	Generalidades	201
6.1.1	Las características de la movilidad en la almendra	202
6.1.2	El tiempo de viaje y los desplazamientos en la almendra	225
6.2	Las distancias, los tiempos y la elección modal	231
6.2.1	Las distancias de viaje y los modos en la almendra	233
6.2.2	Las distancias de viaje y los modos entre la almendra y la periferia	236
6.2.3	Las distancias de viaje entre la almendra y las coronas externas a Madrid	239
6.3	Aplicación de los procesos de estimación de las transferencias potenciales desde el coche	242
6.3.1	Estimación de transferencias bajo presupuestos constantes de tiempo	242
6.3.2	Estimación de transferencias desde el coche bajo el supuesto de incrementos en los presupuestos individuales de tiempo	250
6.4	Los impactos socio-económicos de las transferencias	254
6.4.1	Los costes del vehículo privado	254
6.4.2	Los costes del transporte público	262
6.4.3	Los costes de los modos no motorizados	268

6.5	Síntesis	269
7.	BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA TRANSFERENCIA MODAL.....	273
7.1	La movilidad en la almendra de Madrid	273
7.2	Análisis comparativo de costes en los viajes de la almendra de Madrid	281
7.3	Impactos esperados de la transferencia modal.....	288
7.3.1	Beneficios cuantitativos de las transferencias modales.....	288
7.3.2	Las magnitudes físicas de los beneficios de la transferencia modal.....	292
7.4	Síntesis	301
8.	CONCLUSIONES, APORTACIONES Y PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	305
8.1	Conclusiones.....	305
8.2	Aportaciones.....	310
8.3	Recomendaciones relacionadas con futuras líneas de investigación.....	312
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	315
10.	ANEJOS.....	331
10.1	Particularidades de la encuesta domiciliaria EDM'96	331
10.2	La zonificación de Madrid.....	333
10.3	La matriz de distancias a pie.....	349
10.4	El tiempo de viaje en la Comunidad de Madrid	355
10.5	Características socioeconómicas de los barrios de la almendra	359

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Evolución relativa del coche y la población	21
Figura 2.2: El uso del coche y el ingreso personal. Ciudades en diferentes regiones.	23
Figura 2.3: Relación entre el uso del coche, el transporte público y la motorización en 1990.	24
Figura 2.4: Relación entre movilidad, ingreso y tasa de motorización en 1990.	25
Figura 2.5: Características de los desplazamientos de acuerdo con la edad de la población en Estados Unidos.	28
Figura 2.6: Presupuesto de tiempo para viajar e ingreso per cápita.....	29
Figura 2.7: Tendencia mundial en el uso de los modos de transporte y volúmenes anuales de tráfico	30
Figura 2.8: Los costes sociales del transporte.....	33
Figura 2.9. Los costes directos de un coche en USA (2001).....	34
Figura 2.10: El círculo vicioso del transporte urbano	42
Figura 3.1. Determinantes de la demanda de viajes	54
Figura 3.2 Los accidentes de carretera por tipo de usuario en Europa. Año 2000	64
Figura 3.3. Características de los viajes diarios por persona en Gran Bretaña.....	73
Figura 3.4: Características de los viajes diarios por persona en Estados Unidos.	74
Figura 3.5: Características de los viajes diarios por persona en Holanda.....	75
Figura 3.6: Características de los viajes diarios por persona en Alemania.....	75
Figura 4.1: Esquema metodológico de cuantificación de los beneficios derivados del cambio modal	93
Figura 4.2: Los modos a considerar en las transferencias	94
Figura 4.3: La interdependencia entre viajes y la definición de bucle.....	99
Figura 4.4: Un bucle más complejo (cuatro viajes o desplazamientos).....	99
Figura 4.5: El tiempo dedicado a las diferentes actividades de acuerdo con las horas de trabajo diarias. Cifras de 11 países (Schafer, 2000).....	103
Figura 4.6: El esquema general de planificación.....	108
Figura 4.7: Interrelación básica entre el sistema de transporte y el sistema de actividades.....	109
Figura 4.8: Las zonas y los flujos en el análisis de transferencias de viajeros	111
Figura 4.9: La zona densa (almendra) y las demás áreas de interés en la Comunidad Autónoma de Madrid.	113
Figura 4.10: Zonificación utilizada en la almendra de Madrid (zona densa)	118
Figura 4.11: La zonificación en la periferia de la ciudad de Madrid	119
Figura 4.12: Zonificación en las coronas metropolitana y regional de Madrid.....	120
Figura 4.13: El modelo clásico de transporte (visión moderna).....	123
Figura 4.14: La red vial de Madrid de acuerdo con la modelización en Visum.....	124
Figura 4.15: Representación en EMME/2 del autobús urbano en Madrid en 1996.	126

Figura 4.16: Árbol de decisiones para cuantificar el potencial de transferencia modal	129
Figura 4.17: Evolución del transporte público en la ciudad de Madrid.	140
Figura 5.1. Las coronas de transporte de la Comunidad de Madrid.....	176
Figura 5.2: Evolución de la población en las diferentes zonas de Madrid (miles).....	177
Figura 5.3: La dispersión y la movilidad mecanizada en la Comunidad de Madrid.....	177
Figura 5.4: Distribución de la Población de Madrid de acuerdo con la edad.....	180
Figura 5.5: Proporción de población en las actividades socioeconómicas de acuerdo con la corona de ubicación en Madrid.	182
Figura 5.6: Evolución de la demanda de transporte público en Madrid.....	189
Figura 5.7: Distribución relativa de los viajes producidos en cada corona en la Comunidad de Madrid en 1996.....	192
Figura 5.8: Las distintas alternativas de movilización usadas en Madrid - 1996.....	193
Figura 5.9: La participación de los modos motorizados en la Comunidad de Madrid de acuerdo con la corona y la densidad residencial.....	194
Figura 5.10: Los motivos principales de viaje en la Comunidad de Madrid en 1996 (exceptuando los de regreso a casa).	197
Figura 6.1: Los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (miles).....	204
Figura 6.2: Distribución modal de los desplazamientos relacionados con la almendra en 1996.....	205
Figura 6.3: Perfil horario de los viajes en coche en relación con la almendra de Madrid en 1996.....	205
Figura 6.4: Distribución de los viajes según el distrito de origen en la almendra. 1996	208
Figura 6.5: Los modos de transporte en relación con la almendra	210
Figura 6.6: Distribución modal y espacial de viajes con origen en Arganzuela en 1996.	211
Figura 6.7: Distribución modal y espacial de viajes en el distrito Centro en 1996.....	212
Figura 6.8 Distribución espacial de viajes originados en Chamartín en 1996.	213
Figura 6.9: Distribución espacial de todos los viajes relacionados con la almendra de acuerdo con el modo de viaje en 1996.....	214
Figura 6.10: Tasas de viajes de acuerdo con la edad y el ámbito espacial en 1996.....	216
Figura 6.11: Los motivos de viaje y la edad de la población en la almendra en 1996.....	219
Figura 6.12: Los viajes de trabajo de la almendra de acuerdo con el lugar de destino en 1996.....	220
Figura 6.13: Distribución modal de los viajes de trabajo de la almendra de acuerdo con el lugar de origen en 1996.	221
Figura 6.14: Distribución modal de los viajes de estudio de la almendra de acuerdo con el lugar de destino en 1996.....	222
Figura 6.15: Distribución de viajes por otros motivos de acuerdo con el destino en 1996	222
Figura 6.16: Razones para no elegir al transporte público en la almendra en 1996.	225
Figura 6.17: Los tiempos de viaje al interior de cada uno de los distritos de acuerdo con los modos de transporte en la almendra en 1996.....	227

Figura 6.18: Los tiempos de viaje entre los distritos de la almendra, de acuerdo con los modos de transporte en 1996.	228
Figura 6.19: Los tiempos de viaje entre la almendra y la periferia de acuerdo con los modos de transporte en 1996	230
Figura 6.20: Tiempos de viaje entre la almendra y la corona metropolitana de Madrid en 1996.	231
Figura 6.21: Las distancias de viaje y los modos en los viajes dentro de la almendra en 1996.	234
Figura 6.22: Participación modal (porcentaje) de los viajes en la almendra de acuerdo con la distancia en 1996.	234
Figura 6.23: La relación entre el tiempo de viaje y la distancia en la almendra en 1996.....	236
Figura 6.24: Distribución modal de acuerdo con la distancia de viaje entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.....	237
Figura 6.25: El tiempo de viaje de acuerdo con la distancia entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.	239
Figura 6.26: Distribución de viajes según la distancia entre la almendra y la corona metropolitana de Madrid en 1996.....	240
Figura 6.27: Tiempos de viaje según la distancia entre la almendra y la zona metropolitana en Madrid en 1996.....	241
Figura 6.28: Los tiempos medios de viaje y su desviación estándar de acuerdo con el modo de transporte en la almendra de Madrid en 1996.....	241
Figura 6.29: El consumo de combustibles de acuerdo con la velocidad de los coches en Madrid	255
Figura 7.1: Distribución de los desplazamientos en coche relacionados con la almendra de Madrid de acuerdo con las distancias (1996).	273
Figura 7.2: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos dentro de la almendra de Madrid en 1996.	274
Figura 7.3: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.	275
Figura 7.4: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid en 1996.....	276
Figura 7.5: Reparto modal en relación con la almendra de Madrid en 1996.....	277
Figura 7.6: El kilometraje (viajeros-km) de los principales modos de transporte en relación con la almendra de Madrid en 1996 (miles).....	279
Figura 7.7. El tiempo de viaje y su desviación estándar de acuerdo con el modo de transporte y la zona de la almendra en Madrid en 1996.	280
Figura 7.8: Los costes de operación en la almendra en 1996 (€/viajero – km)	283
Figura 7.9: El coste de las externalidades por unidad de distancia en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km).....	284
Figura 7.10 Distribución de los costes de acuerdo con el modo de transporte en los viajes dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viaje).....	288

Figura 7.11: Viajes – km potencialmente transferibles desde el coche a los modos alternativos en relación con la almendra de Madrid en 1996.....	289
Figura 7.12: Beneficios socioeconómicos de la transferencia modal desde el coche en la almendra de Madrid en 1996 (€/día).....	290
Figura 7.13: Beneficios socioeconómicos de la transferencia modal en la almendra de Madrid, de acuerdo con diferentes escenarios en 1996 (€/día).....	292
Figura 7.14: Tráfico de vehículos entrando y saliendo de la almendra de Madrid de acuerdo con la hora del día en 1996.....	294
Figura 7.15: Función de emisión de óxidos de nitrógeno por el tráfico en Madrid.....	298
Figura 7.16: Funciones de emisión de CO ₂ según el combustible usado en Madrid	299
Figura 8.1: Tiempo de viaje diario en los viajes relacionados con la almendra de Madrid y presupuestos de tiempo de viaje diario de otras ciudades.	309
Figura 10.1: La zonificación de la Comunidad de Madrid y los detalles de la zona de la almendra.....	333
Figura 10.2: La división en distritos de la ciudad de Madrid.	359
Figura 10.3: Renta familiar disponible per cápita en Madrid en 1996 (miles de pesetas).....	364

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Población, urbanización e Ingreso por Regiones	12
Tabla 2.2: Población Estimada por Regiones (millones)	12
Tabla 2.3: Tasa de urbanización estimada por regiones (porcentaje)	13
Tabla 2.4: Ciudades y áreas Metropolitanas más populosas (millones)	14
Tabla 2.5: Uso del coche y evolución de la distancia de viaje en algunas ciudades	18
Tabla 2.6: Variación en el consumo de energía según la densidad en 1980.....	19
Tabla 2.7: Motorización, transporte público, uso e ingreso personal en 1990.	24
Tabla 2.8: Tendencias de participación modal en algunas ciudades.....	26
Tabla 2.9: Motorización y tendencias por regiones del mundo	27
Tabla 2.10. Uso anual de los modos de transporte (km/persona) en Gran Bretaña.....	28
Tabla 2.11: Clasificación tipológica de costes del transporte de viajeros	35
Tabla 2.12: Los costes externos del transporte. Participación y suposiciones.....	38
Tabla 2.13: Rangos de valoración de externalidades en Europa (€/1000 veh-km)	39
Tabla 2.14: Objetivos del mejoramiento del transporte urbano.	46
Tabla 2.15: Contribución de las Estrategias sostenibles a los objetivos de los centros urbanos	48
Tabla 3.1: Consumo energético por modo de transporte.....	57
Tabla 3.2: Área ocupada por los diferentes modos de transporte en España.....	58
Tabla 3.3: Consumo de espacio en transporte urbano en Inglaterra	58
Tabla 3.4: Tasas de emisión (g/viajero – km) en Londres (1995).....	61
Tabla 3.5: Cambio en los estándares de emisión de contaminantes en Europa.....	61
Tabla 3.6: Indicadores de transporte público y privado en Barcelona en 1998.....	65
Tabla 3.7: Tiempo de viaje de personas de 20 a 74 años (minutos/viajero- día).....	76
Tabla 3.8: Valor del tiempo en proyectos carreteros en 1992 (US\$/h- viajero).....	79
Tabla 3.9: Valor del tiempo como porcentaje del salario por persona y hora	80
Tabla 3.10: Valor del tiempo de viaje en Barcelona (€/h).	81
Tabla 3.11: Valoración relativa de las diferentes componentes del tiempo de viaje.....	81
Tabla 3.12: Valor del tiempo de viaje en la Comunidad de Madrid de acuerdo con la actividad y el motivo (€/h) en precios de 1996	82
Tabla 3.13: Valor del tiempo según modo en la Comunidad de Madrid (€/h-viajero)	82
Tabla 3.14: Costes privados o Internos de un coche en 2001 en USA (¢/km)	85
Tabla 3.15: Costes del transporte público en Estados Unidos en 1996. (US\$/km)	86
Tabla 3.16: Costes y subsidios del transporte público en ciudades europeas (€)	87
Tabla 3.17: Costes por viaje en la Comunidad de Madrid en 1996	87
Tabla 4.1: Los viajes de acuerdo con el modo de transporte y la relación con la zona densa de Madrid (almendra) en 1996.	113
Tabla 4.2: Características de la zonificación utilizada en el estudio.....	119

Tabla 4.3: Evolución de las componentes del tiempo de viaje en transporte público en Madrid entre 1996 y 2004 (minutos)	141
Tabla 4.4: Evolución de la participación modal y de los viajes per cápita en la Comunidad de Madrid	141
Tabla 4.5: Funciones de consumo de combustible.....	150
Tabla 4.6: Cambio de neumáticos de los coches de acuerdo con la velocidad y las características del tráfico	152
Tabla 4.7: Índices representativos de la actividad del transporte en Metro en España.....	156
Tabla 4.8: Cifras económicas de la explotación del transporte en Metro en Madrid.....	156
Tabla 4.9: Costes de material móvil y de explotación en el metro de Madrid	158
Tabla 4.10: Distribución de los costes principales en el transporte urbano por autobús	159
Tabla 4.11: Los costes de explotación del transporte en bicicletas.....	159
Tabla 4.12: Equivalencias entre las diferentes categorías de vehículos.....	161
Tabla 4.13: Costes promedio de externalidades del transporte en España en 1996 (€/1000 viajeros –km)	165
Tabla 4.14: Los costes externos de la accidentalidad en la Comunidad de Madrid en 1996.....	166
Tabla 4.15: Costes externos por cambio climático en ámbito urbano para 1996 de acuerdo con INFRAS&IWW (€/1000 veh-km).....	167
Tabla 4.16: Emisiones de contaminantes por el transporte y porcentaje según modos en Madrid en 1996 (toneladas y proporción).....	168
Tabla 4.17: Costes externos por cambio climático en la Comunidad de Madrid en 1996.....	168
Tabla 4.18: Costes externos de la contaminación ambiental en el ámbito urbano en 1996.....	169
Tabla 4.19: Costes externos de la contaminación ambiental en la Comunidad de Madrid en 1996.....	169
Tabla 4.20: Los costes externos del ruido del transporte en las zonas urbanas en 1996. (€/1000 vehículos - km).....	170
Tabla 4.21: Los costes externos del ruido en la Comunidad de Madrid en 1996	171
Tabla 4.22: Costes externos del efecto barrera en ámbito urbano en 1996.....	172
Tabla 5.1: Población, superficie y densidad de las coronas de Madrid en 2001.....	176
Tabla 5.2: Características de los distritos en la almendra de Madrid en 1996.....	178
Tabla 5.3: Características de la población por coronas en Madrid en 1996.....	179
Tabla 5.4: Distribución de la población activa de acuerdo con el sector económico en la Comunidad Autónoma de Madrid y en España en 1996 (en miles).....	181
Tabla 5.5: Distribución del empleo en la Comunidad de Madrid en 1996.....	181
Tabla 5.6: Distribución de la población según las actividades desarrolladas en la Comunidad de Madrid - 1996.	182
Tabla 5.7: Evolución de la tasa de motorización y de los ingresos disponibles en Madrid y España.	183
Tabla 5.8: Evolución y distribución del consumo en la Comunidad de Madrid.....	183
Tabla 5.9: La red de carreteras en la Comunidad de Madrid en 2003 (km).....	186

Tabla 5.10: Indicadores de infraestructura carretera en la Comunidad de Madrid y evolución.....	187
Tabla 5.11: La oferta y la demanda de los modos motorizados en la Comunidad de Madrid en 1996	187
Tabla 5.12: Indicadores de oferta de los modos de transporte público en la Comunidad de Madrid en 1996.....	188
Tabla 5.13: La demanda del transporte público en la Comunidad de Madrid en 1996 (Millones).....	189
Tabla 5.14: Matriz de viajes diarios por coronas en Madrid en 1996.....	191
Tabla 5.15: Viajes diarios en la Comunidad de Madrid de acuerdo con el modo de transporte y la corona de origen en 1996.....	193
Tabla 5.16: Distribución de viajes según el motivo y de acuerdo con la corona de origen en la Comunidad de Madrid en 1996.....	195
Tabla 5.17: Distribución porcentual de los viajes de acuerdo con el motivo para cada corona en la Comunidad de Madrid en 1996.....	195
Tabla 5.18: Distribución de viajes de trabajo en la Madrid en 1996.....	196
Tabla 5.19: Distribución de viajes de estudio en Madrid en 1996.....	196
Tabla 5.20: Participación de los modos de transporte de acuerdo con el motivo del viajes en la Comunidad de Madrid en 1996.....	198
Tabla 6.1: Características económicas y viajes de los residentes en la almendra en 1996	201
Tabla 6.2: Distribución modal en la almendra de Madrid en 1996 (miles de viajes).....	203
Tabla 6.3: Distribución de los viajes diarios en la almendra de acuerdo con la corona de residencia en 1996.....	206
Tabla 6.4: Matriz de viajes relacionados con la almendra en 1996 (en miles).....	207
Tabla 6.5: Distribución de los viajes relacionados con la almendra de acuerdo con su origen en 1996.....	207
Tabla 6.6: Los modos de transporte y las magnitudes de viajes relacionados con la almendra en 1996.....	209
Tabla 6.7: El reparto modal de los viajes relacionados con la almendra en 1996.....	209
Tabla 6.8: Distribución modal y espacial de los viajes con origen en el distrito de Arganzuela en 1996.....	211
Tabla 6.9: Distribución modal y espacial de los viajes originados en el distrito Centro en 1996.....	212
Tabla 6.10: Distribución modal y espacial de los viajes originados en el distrito de Chamartín en 1996.....	213
Tabla 6.11: Participación modal de acuerdo con la zona de viaje en la almendra en 1996.....	214
Tabla 6.12: Tasa de viajes diarios de los residentes en la almendra de acuerdo con la edad y parámetros de participación. 1996.....	215
Tabla 6.13: Distribución modal de los viajes al interior de cada distrito de acuerdo con la edad de población en la almendra en 1996.....	216

Tabla 6.14: Distribución modal de los viajes entre distritos de acuerdo con la edad de la población en la almendra en 1996.....	217
Tabla 6.15: Distribución modal de los viajes entre la almendra y la periferia de Madrid de acuerdo con la edad de población en 1996	218
Tabla 6.16: Distribución modal de los viajes entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid de acuerdo con la edad de población en 1996.....	218
Tabla 6.17: Los motivos de viaje y la edad de la población en la almendra en 1996.....	219
Tabla 6.18: Género y reparto modal en la almendra en 1996.....	223
Tabla 6.19: El género y los motivos de viaje en la almendra en 1996.....	223
Tabla 6.20: Disponibilidad de coche para los desplazamientos en la almendra en 1996	224
Tabla 6.21: La disponibilidad de aparcamientos de acuerdo con el ámbito del viaje en la almendra en 1996.....	224
Tabla 6.22: Los tiempos de viaje al interior de los distritos de la almendra en 1996.....	227
Tabla 6.23: Los tiempos de viaje entre distritos de la almendra en 1996.....	228
Tabla 6.24: Los tiempos de viaje entre la almendra y la periferia en 1996.....	229
Tabla 6.25: Tiempos de viaje entre la almendra y las coronas externas a Madrid de acuerdo el distrito de destino en 1996.....	230
Tabla 6.26: Distribución de los viajes diarios de acuerdo con la distancia dentro de la almendra en 1996.....	233
Tabla 6.27: Utilización modal dentro de la almendra (viajeros-km) en 1996.....	235
Tabla 6.28: El tiempo de viaje en la almendra de acuerdo con la distancia y el modo de transporte en 1996	236
Tabla 6.29: La magnitud de los viajes de acuerdo con las distancias y los modos de transporte entre la almendra y la periferia en Madrid en 1996.....	237
Tabla 6.30: El tiempo de viaje (minutos) entre la almendra y la periferia de Madrid según la distancia de viaje y los modos en 1996.....	238
Tabla 6.31: La magnitud de los viajes entre la almendra y las áreas metropolitanas de Madrid, de acuerdo con la distancia y el modo de transporte en 1996	239
Tabla 6.32: Características estadísticas de los viajes realizados a pie de acuerdo con la edad en la almendra de Madrid en 1996	243
Tabla 6.33: Potencialidad de transferencia de los viajes en coche hacia el modo a pie en la almendra de Madrid en 1996.....	244
Tabla 6.34: Potencialidad de transferencia de los viajes en coche hacia la bicicleta en la almendra de Madrid en 1996.....	247
Tabla 6.35: Los viajes y viajeros-km transferibles al transporte público de acuerdo con el tiempo total de viaje en la almendra	249
Tabla 6.36: Potencialidad de transferencia desde el coche a los modos alternativos en viajes en la almendra de Madrid en 1996 (sin cambios en el tiempo de viaje)	250
Tabla 6.37: Tiempo medio por desplazamiento de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996 (minutos).....	251

Tabla 6.38: Número medio de desplazamientos diarios de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996	252
Tabla 6.39: Tiempo medio diario de viaje de los habitantes de Madrid de acuerdo con la corona de residencia en 1996 (minutos)	252
Tabla 6.40: Tiempo medio diario de viaje de los habitantes de Madrid que viajan en coche de acuerdo con la corona de residencia en 1996 (minutos)	253
Tabla 6.41: Potencialidad de transferencia del coche al transporte público aceptando un incremento del 10% en el tiempo de viaje en coche	253
Tabla 6.42: Potencialidad de transferencia del coche al transporte público aceptando un incremento del 20% en el tiempo de viaje en coche	254
Tabla 6.43: Coste de los combustibles de automoción en España en 1996 (€/litro)	255
Tabla 6.44: Indicadores de velocidad y de costes de combustibles y lubricantes en los viajes en coche relacionados con la almendra de Madrid en 1996	256
Tabla 6.45: Los costes de neumáticos, mantenimiento y reparaciones de los coches en la almendra de Madrid en 1996 (excluidos los impuestos)	256
Tabla 6.46: Costes de capital y aseguramiento de los vehículos privados en Madrid en 1996	257
Tabla 6.47: Los costes de carácter económico de los vehículos privados en la almendra de Madrid en 1996 (€/vehículo - km)	258
Tabla 6.48: El coste de uso de la infraestructura carretera de acuerdo con el tipo de vehículo en la Comunidad Autónoma de Madrid en 1996 (Euros)	259
Tabla 6.49: Costes del tiempo en los viajes en coche relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€)	260
Tabla 6.50: Los Costes externos del coche en la almendra de Madrid en 1996	261
Tabla 6.51: Los costes del coche en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996. (€/viajero - km)	261
Tabla 6.52: Los costes de explotación del Metro en Madrid en 1996 (€)	263
Tabla 6.53: Los costes de explotación de autobuses urbanos en Madrid en 1996 (€)	263
Tabla 6.54: Costes de la infraestructura del sistema Metro en Madrid en 1996 (€)	265
Tabla 6.55: Indicadores de coste de las infraestructuras de transporte público en Madrid en 1996	265
Tabla 6.56: Coste del tiempo de viaje en el transporte público en la almendra de Madrid.	266
Tabla 6.57: Los Costes externos de transporte público en la almendra de Madrid en 1996	266
Tabla 6.58: Coste del autobús en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)	267
Tabla 6.59: Coste del Metro en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)	267
Tabla 6.60: Costes del transporte no motorizado en la almendra en 1996 (€/viajero-km)	269
Tabla 7.1 Distancia media de viaje según modo de transporte y ámbito geográfico en de Madrid en 1996 (km).	277
Tabla 7.2 Viajes según modo y ámbito geográfico en Madrid en 1996 (miles)	278

Tabla 7.3	Recorrido total diario según modo de transporte y ámbito geográfico en Madrid en 1996 (miles de viajeros - km).....	278
Tabla 7.4:	Tiempo medio de viaje de acuerdo con el modo y el ámbito geográfico en Madrid en 1996.....	279
Tabla 7.5:	Tiempo medio diario de viaje de los usuarios del coche, de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996 (minutos).....	281
Tabla 7.6	Coste por unidad de distancia de acuerdo con los modos en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996. (€/viajero-km).....	282
Tabla 7.7:	Participación de cada variable en el coste de cada uno de los modos en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (porcentaje).....	283
Tabla 7.8:	Los costes medios por unidad de distancia dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero -km).....	285
Tabla 7.9:	Los costes unitarios del transporte de viajeros entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996 (€/viajero-km).....	286
Tabla 7.10:	Los costes unitarios del transporte de viajeros entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid en 1996 (€/viajero-km).....	286
Tabla 7.11:	Costes por modo dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viaje).....	287
Tabla 7.12:	Beneficios socioeconómicos por la transferencia modal dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/día).....	289
Tabla 7.13:	Potencialidad de transferencia modal desde el coche en relación con la almendra de Madrid en 1996 (viajes).....	291
Tabla 7.14:	Potencialidad de transferencia modal desde el coche en relación con la almendra de Madrid en 1996 (viajeros - km).....	291
Tabla 7.15:	Beneficios socioeconómicos de las transferencias en la almendra de Madrid en 1996. Diferentes escenarios (€/día).....	292
Tabla 7.16:	El flujo diario de coches en relación con la almendra y la hora en 1996.....	294
Tabla 7.17:	Espacio de aparcamiento a liberar en la almendra de acuerdo con la transferencia potencial desde el coche - 1996 (m ² /día).	295
Tabla 7.18:	Viario de circulación a liberar por la transferencia potencial de usuarios del coche a modos alternativos en 1996 (m ² *h/km).	296
Tabla 7.19:	Ahorro energético gracias a la transferencia modal en la almendra de Madrid en 1996. (Megajoules/día).....	297
Tabla 7.20:	Reducción de contaminates y CO ₂ por las transferencias desde el coche. Madrid en 1996 (kg/día).....	298
Tabla 7.21:	Reducción potencial de contaminantes y de CO ₂ en la almendra de Madrid en 1996 (kg/día). Diferentes escenarios de transferencias.....	299
Tabla 7.22:	Beneficios financieros por los ingresos tarifarios asociados con las transferencias al transporte público en 1996 (€/año).....	300
Tabla 8.1:	Potencial de transferencia del coche a los modos alternativos, sin cambio en el sistema de actividades en la almendra de Madrid en 1996.	307

Tabla 8.2: Los costes socioeconómicos de los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km).....	308
Tabla 8.3: Potencial de transferencia modal desde el coche en la almendra de Madrid en 1996 (viajeros - km). Diferentes escenarios.	309
Tabla 8.4: Beneficios socio-económicos de las transferencias desde el coche en los diferentes escenarios en la almendra en 1996 (€/día)	310
Tabla 10.1 La zonificación de la almendra de Madrid	334
Tabla 10.2: Zonificación de la corona periferia de la ciudad de Madrid	336
Tabla 10.3: La zonificación de la corona metropolitana de Madrid	342
Tabla 10.4: Zonificación en la corona regional de Madrid	346
Tabla 10.5: Tiempo de viaje de acuerdo con el periodo y modo de transporte en la comunidad de Madrid en 1996.	356
Tabla 10.6: tiempo de viaje en coche en Madrid en 1996 (minutos).....	357
Tabla 10.7: El tiempo de viaje en transporte público en Madrid en 1996 (minutos)	357
Tabla 10.8: Tiempos de viaje de acuerdo con los diferentes motivos y modos en la Comunidad de Madrid en 1996.	358
Tabla 10.9: Características socioeconómicas y viajes en el distrito Centro en 1996	360
Tabla 10.10: Características socioeconómicas y viajes en Arganzuela en 1996	360
Tabla 10.11: Características socioeconómicas y viajes en el Retiro en 1996.....	361
Tabla 10.12: Características socioeconómicas y viajes en Salamanca en 1996.	362
Tabla 10.13: Características socioeconómicas y viajes en Chamartín en 1996.....	362
Tabla 10.14: Características socioeconómicas y viajes en Tetuán en 1996.	363
Tabla 10.15: Características socioeconómicas y viajes en Chamberí en 1996.....	363

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Los impactos del coche en el conjunto las actividades sociales y económicas de la población y especialmente sobre las áreas céntricas o densas de las ciudades son conocidos. El automóvil ha sido uno de los principales motores de desarrollo experimentado por la sociedad en el último siglo, pero ha traído consigo problemas de congestión, contaminación ambiental, accidentalidad, ruidos e intrusión visual, que demandan intervenciones adecuadas so pena de que esos impactos negativos continúen creciendo con consecuencias fatales: el denominado círculo vicioso del transporte urbano es una radiografía de ello.

Las administraciones locales, que tradicionalmente han reaccionado ante los problemas de congestión construyendo más infraestructura vial, hoy por hoy toman en cuenta propuestas y alternativas diferentes, como las de proveer transporte colectivo de calidad y a precios bajos, hacer gestión de tráfico, potenciar el caminar o el viajar en bicicleta e inclusive el restringir la circulación de los coches a través de la tarificación, la gestión de aparcamientos o simplemente a través de la prohibición de la circulación durante determinados períodos de tiempo.

Estas propuestas alternativas han mostrado una gran fortaleza especialmente si se aplican de forma integrada o coordinada, como cuando se acompañan las restricciones a los coches, de un aumento en la frecuencia y comodidad del transporte público, generando sinergias como las que se ha logrado con experiencias como la implementación en el año 2003 de un peaje de área en el centro de Londres (Transport for London, 2003).

La presencia del coche ha facilitado la urbanización de grandes extensiones de suelo a las que por razones principalmente de coste, no era posible que accediera el transporte público, pero el incremento de la velocidad, la disposición de más infraestructuras carreteras, el mejoramiento de los ingresos y la reducción de los costes del transporte, han facilitado la dispersión poblacional y la realización de más viajes y a distancias cada vez mayores.

Pero el coche no sólo se usa para las grandes distancias, sendos estudios señalan que una gran parte de los viajes en los que cotidianamente se utiliza el coche son de distancias tan cortas, que idealmente podrían ser realizados en modos alternativos como la bicicleta, el transporte público e inclusive *a pie*, sin afectar el tiempo de viaje y sin modificar las actividades cotidianas (Mackett, 2000; Halden, 2003). En Europa, como en otras regiones del mundo, alrededor del 50% de los desplazamientos realizados en coche cubren distancias inferiores a 8,0 km, que son considerados viajes cortos y de éstos, más de la mitad son inferiores a 3,0 km, distancias que fácilmente podrían ser cubiertas en modos alternativos al coche (*a pie*, en bicicleta o en transporte público) y con costes económicos y ambientales, considerados a priori como inferiores.

Los modos alternativos al transporte en coche, genéricamente conocidos como “*suaves*” o sostenibles, y que son aquellos a los que se asocia con un uso más eficiente del espacio y de la energía, con una menor emisión de contaminantes ambientales y con una mejor adaptación a las condiciones sociales y económicas de los grupos más vulnerables, representan desde el punto de vista de la sociedad, la solución a los principales problemas de transporte de los centros urbanos, razón por la que se demanda una valoración técnica y socio-económica de su capacidad de respuesta ante las crecientes necesidades de accesibilidad y de sostenibilidad económica y ambiental en esos ámbitos geográficos.

La presente tesis, partiendo de las premisas enunciadas y considerando al presupuesto de tiempo y a los costes de viajar como las variables más relevantes en la elección modal en los centros urbanos, establece un procedimiento metodológico para identificar las magnitudes de viajes que podrían dejar de realizarse en coche y para establecer desde el punto de vista socio-económico, los beneficios que se obtendría con un reparto modal consistente con los verdaderos costes de dicha actividad y por ende, ofrece justificaciones para que las administraciones formulen y apliquen estrategias de transporte sostenible.

1.2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

De acuerdo con los elementos enunciados, el objetivo principal de esta tesis se orienta al planteamiento de una metodología para cuantificar el potencial de transferencia de viajes en coche hacia los modos considerados a priori como más sostenibles (transporte

público, bicicleta y *a pie*) y a cuantificar los beneficios socioeconómicos y ambientales de esas acciones en la zona céntrica de una ciudad.

La cuantificación y valoración se realiza desde el punto de vista de los cambios en las características y magnitudes de la movilidad en los diferentes modos (pasajeros, pasajeros-km, velocidades, tiempos, etc.) y de los impactos que dichos cambios generan sobre los costes socio-económicos y en particular, sobre externalidades como la accidentalidad, el ruido o la emisión de contaminantes.

Para el cumplimiento de los objetivos, en primer lugar se ha hecho una revisión bibliográfica detallada en relación con la evolución de la ciudad y del transporte, las tendencias de la movilización, los costes socio-económicos, las estrategias para conseguir un transporte sostenible, las variables relevantes para la elección modal y las experiencias obtenidas con la cuantificación de las transferencias y de los costes internos y externos del transporte, principalmente.

Seguidamente, se determinan los criterios y procedimientos para medir el potencial de transferencia y se establece la metodología y los parámetros para la realización de una evaluación socio-económica que identifique para cada una de las áreas de interés los modos de transporte más sostenibles y los beneficios que se obtendría con el cambio modal.

Para probar la metodología se realiza una aplicación al caso de la ciudad de Madrid, que cuenta con información detallada sobre la demanda y la oferta de viajeros, que ha establecido indicadores de coste económico y ambiental, que ha realizado importantes inversiones en transporte público, y en donde de acuerdo con la opinión de su población, la congestión del tráfico, el ruido, las demoras y la accidentalidad siguen siendo algunos de sus principales problemas.

Para este caso se estima la magnitud de los cambios potenciales que de acuerdo con diferentes esquemas podrían ocurrir, se establecen los impactos económicos, sociales y ambientales que se obtendría con los cambios en el reparto modal y se extraen conclusiones sobre las bondades del procedimiento. Finalmente y de acuerdo con las experiencias obtenidas, se hacen recomendaciones frente al caso de estudio y frente a la metodología seguida.

1.3 ESTRUCTURA DE LOS CONTENIDOS

El contenido de la tesis se ha estructurado en nueve capítulos de la siguiente forma:

En el capítulo primero o introducción, se enuncian las motivaciones, los objetivos y los procedimientos. Se hace una descripción de los contenidos de cada uno de los capítulos y se adelantan algunas de las principales conclusiones obtenidas.

El capítulo dos trata sobre la evolución de los transportes y los centros urbanos y en él se hace una somera descripción de la relación entre el sistema de actividades y el sistema de transporte, considerando las funciones de la ciudad, el crecimiento económico, la motorización, los costes y en particular las externalidades y las estrategias que se están siguiendo para conseguir que el transporte sea verdaderamente sostenible.

El capítulo tres, que se refiere a las variables relevantes para el cambio modal, enuncia las razones que justifican la búsqueda de modos alternativos al coche en las zonas céntricas, explica el punto de vista desde el cual se realiza el trabajo y las variables objetivas de acuerdo con las cuales se hace la valoración: El tiempo de viaje, los costes socioeconómicos y los presupuestos de tiempo y dinero con que cuentan los usuarios para dedicar a sus desplazamientos cotidianos.

En el capítulo cuatro que trata sobre la metodología propuesta, se describen las reglas de transferencia entre el coche y los modos alternativos a partir de parámetros como las actividades de los individuos, distancias de viaje, secuencias, tiempos de viaje, velocidades y primordialmente el presupuesto de tiempo con que cuentan los ciudadanos; se presentan los procesos que permiten establecer cual es el potencial de respuesta de los modos alternativos en cada uno de los escenarios a considerar y se describen los procedimientos a partir de los cuales se cuantifican los beneficios económicos y ambientales de esas transferencias.

Seguidamente, en el capítulo cinco se describen brevemente las características sociales, económicas y de transporte de la almendra de Madrid, que es la zona que ha sido seleccionada para realizar el estudio de caso. Así mismo, en este capítulo se relacionan las características de la movilidad de dicha zona y de toda la Comunidad de Madrid.

El capítulo seis se refiere a la aplicación de la metodología al caso de estudio y al análisis y evaluación de los efectos económicos, sociales y ambientales. Se hace un análisis somero de la movilidad tanto al interior de cada uno de los siete distritos como entre estos y las demás coronas de la ciudad y de la región de Madrid y se aplica tanto el procedimiento de estimación del potencial de transferencia, como de evaluación desde el punto de vista de la sociedad.

Se hace una síntesis de los procesos de acuerdo con los cuales se estiman las transferencias a los modos alternativos y se cuantifican los costes socioeconómicos en que incurre el coche, el transporte público y los modos no motorizados, de acuerdo con cada uno de los ámbitos geográficos de interés, es decir, para los viajes que se realizan dentro de la almendra, y para los que se realizan entre el centro de la ciudad y las coronas denominadas como periferia, metropolitana y regional, respectivamente.

El capítulo siete se relaciona con los beneficios socioeconómicos y ambientales de las transferencias. En él se presenta una síntesis de los indicadores de coste modal y espacial y se establecen los impactos cuantitativos y cualitativos que señalan la bondad de apostar por estrategias denominadas sostenibles, con las que se intenta la reducción en el uso del transporte individual y el favorecimiento de los modos denominados suaves.

En el capítulo ocho se describen las principales conclusiones obtenidas del trabajo realizado, entre las cuales se destaca la caracterización de los viajes y de los viajeros al interior de la almendra y en relación con las demás coronas, los indicadores de coste socioeconómico, las magnitudes, características y valoraciones de las transferencias y especialmente, los beneficios económicos, sociales y ambientales que se logran con las estrategias orientadas a la sostenibilidad del transporte. En este mismo ámbito, se hace una descripción de las principales aportaciones que a juicio del autor se han conseguido con esta investigación y se hacen recomendaciones sobre actividades de investigación que podrían ser emprendidas en el futuro próximo en este tema.

Finalmente, en el capítulo nueve se presentan de las referencias bibliográficas que sirvieron de fundamento al autor para el cumplimiento de los objetivos planteados.

En este trabajo se demostrará que en las zonas densas y desde el punto de vista de la sociedad, los modos de transporte no motorizados y el transporte público son económica, social y ambientalmente menos costosos que el coche y que así mismo, en

estas zonas existe un alto potencial de transferencia desde el coche en consideración a la densidad de actividades, la accesibilidad del transporte público, la dificultad para aparcar y las cortas distancias de viaje.

Los resultados señalan que en zonas densas como la almendra de Madrid, los viajes que se realizan en coche son entre un 10 y un 15% más costosos que los que se realizan en el transporte público y alrededor del doble que los que se realizan en los modos no motorizados y en términos específicos, las externalidades causadas por el coche son entre tres y 15 veces más altas que las causadas por el transporte público y peor aún en comparación con los modos no motorizados, que no producen este tipo de costes.

Dado lo anterior y sin alterar los presupuestos de tiempo de viaje de los ciudadanos, se estima que en la zona de la almendra existe un potencial de transferencia desde el coche hasta los modos alternativos de unos 168.000 viajes diarios. Que esa cifra equivale al 18% de todos los viajes que se realizan en coche en relación con esa zona y que equivalen a más de 1,2 millones de viajeros-km, que dejarían cada día de hacer uso del viario para circular y para aparcar, que dejarían de consumir recursos escasos como combustibles y neumáticos y que así mismo, dejarían de emitir contaminantes y gases de efecto invernadero.

El potencial de beneficios se observa como significativo, pero para hacerlo realidad, las administraciones deberán implementar medidas orientadas por un lado a disuadir el uso del coche y por otro, a mejorar la calidad del transporte público, y a disponer de infraestructuras y equipamientos adecuados para los modos no motorizados.

2. LA EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE Y LOS CENTROS URBANOS

El problema del transporte urbano es descrito conceptualmente por Ortúzar (2000) de la siguiente forma:

“¿Cómo satisfacer la demanda de viajes de personas con motivos distintos, a varias horas del día y en diferentes medios, dada una red de transporte y un sistema de gestión, con una cierta capacidad de operación?”

La demanda de transporte ha sido considerada generalmente como “derivada”, es decir que el transporte no es un fin en sí mismo, sino que es un medio para alcanzar determinados destinos donde satisfacer un conjunto de necesidades (Izquierdo et al, 1994). Específicamente, se ha considerado que el patrón de viajes es el resultado de dos factores: El deseo o la necesidad de las personas de realizar ciertas actividades y la distribución espacial de oportunidades para su realización.

Presumiblemente, si se dan cambios adecuados en la distribución espacial, podría obtenerse mayor acceso a las actividades y por ende, podría reducirse la cantidad de desplazamientos (Salomón y Mokhtarian, 1997). Así, se puede expresar que existe una fuerte relación entre lo que se ha denominado como el sistema de transporte por un lado y el sistema de actividades por el otro (Manheim, 1979).

Las necesidades de desplazamiento (demanda) se localizan en un determinado ámbito espacial y temporal con las consecuencias de aparente (o real) descoordinación entre servicios y requerimientos y, por lo tanto, se presentan desequilibrios (temporales o permanentes) por la imposibilidad de su almacenamiento. Puede decirse que el transporte es un "bien" altamente cualificado y diferenciado: viajes con diversos fines, en diferentes momentos, por diversos modos y para entidades diferentes (personas o bienes).

Por otra parte, el transporte tiene asociadas externalidades como la accidentalidad, el ruido o la contaminación ambiental, que causan distorsiones e ineficiencias (Maibach et al, 2000), que imponen la necesidad de intervención por parte de las autoridades para tratar de reducir sus impactos y de hacerlos explícitos a quienes los causan a través por ejemplo de los cobros por congestión o de aplicación de políticas como la establecida

por la Comisión Europea en su Libro Blanco sobre la necesidad de integrar los costes externos e internos del transporte (EC, 2001).

En los años cincuenta del siglo XX, muchas ciudades emprendieron complejos y costosos estudios de planificación del transporte urbano que intentaron dar respuestas a las necesidades de movilización creciente, generalmente el objetivo se orientó a ofrecer una mayor capacidad vial, suponiendo que se podía predecir razonablemente el futuro, que se darían crecimientos estables del producto interior bruto y que crisis como las del petróleo o temas como el medio ambiente y el desarrollo sostenible sólo correspondían a escenarios exagerados e irreales (Ortúzar, 2000).

Entonces se hacía énfasis en soluciones basadas en sistemas de transporte tipo tren metropolitano y en amplias autopistas o vías multicarriles, a pesar de algunas reflexiones que demostraban que las ciudades no podrían acomodar todos los desplazamientos de sus habitantes, si estos se realizaban en coche, y que la construcción de más carreteras urbanas causaba más congestión y demoras que las que se pretendía solucionar (Buchanan, 1973). En las últimas décadas, la visión ha cambiado, las acciones son de más corto plazo, se piensa en opciones alternativas al vehículo privado como el transporte público, el caminar o el uso de la bicicleta, se insiste en la gestión del tráfico y se da espacio para reflexiones y aún para decisiones radicalmente diferentes, como por ejemplo la restricción y la tarificación por el uso del espacio vial o los cambios en el uso del suelo (Cervero, et al, 1997; Schade et al, 2003; Vuchic, 2000)

A continuación se hace una descripción del estado del arte, de acuerdo con tres tópicos: La evolución de la ciudad y el transporte, la relación entre el sistema de transporte y el sistema de actividades y el círculo vicioso del transporte, su evolución y las alternativas para su eliminación

2.1 LAS CIUDADES Y EL TRANSPORTE.

Como lo menciona Miralles-Guasch (2002), nadie duda que a través de la evolución de la ciudad y del sistema de transporte se ha dado un proceso recíproco de entrecruzamiento y de mutua influencia. Pero, así mismo es claro que el estudio de esas interrelaciones se ha limitado a un análisis de causalidad que hoy por hoy está siendo superado y se ha pasado a considerar que tanto la ciudad (sistema de actividades) como el transporte son continuamente uno producto del otro, en donde se

explicitan las características temporales, espaciales y sociales de dicha relación en un esfuerzo por entender el cómo y el porqué los ciudadanos se mueven en ese espacio vital.

Históricamente el transporte urbano surge con el inicio de la ciudad industrial, cuando se construye un espacio que se considera adecuado a las funciones especializadas de producción y consumo. En la relación entre la estructura productiva y la estructura territorial se requieren unas “condiciones generales” que permitan el desarrollo de esas estructuras siendo una de esas condiciones aquella que posibilita la movilidad de las personas y de los bienes en el territorio. De esta forma, el papel de los medios de transporte es vencer los efectos de la disgregación espacial, intrínsecos en la evolución de la ciudad y su uso se atribuye a la creación de una estructura social vinculada estrechamente a un sistema económico.

Desde la óptica de las relaciones causa-efecto entre la ciudad y el transporte, se hace referencia al determinismo tecnológico y a la racionalidad de los consumidores como las explicaciones al tamaño, a la forma y a la estructura económica y social de las ciudades, es decir, que del transporte se derivan unas consecuencias re-estructurantes e incluso creadoras del espacio urbano como lo menciona Seguí y Martínez (2004) o, por el contrario, que estos son el resultado de las estructuras espaciales (Miralles-Guasch, 2002).

Considerando el determinismo tecnológico, la evolución y la magnitud de los cambios en la estructura urbana surgen como consecuencia de los avances tecnológicos, los cuales son responsables de organizar la actividad humana y de estructurar las interacciones sociales. Así, los sucesivos cambios en las fuentes y las innovaciones energéticas serían los elementos que permitirían superar las limitaciones espaciales y de esta forma, el volumen y la densidad de la ciudad podrían ser explicados por el incremento en la velocidad de las diferentes tecnologías aplicadas a los medios de transporte. Bajo esta perspectiva es viable la concepción de la ciudad de “dimensión humana” como aquella en la cual los desplazamientos más largos se deben realizar en no más de 30 minutos (ATM, 2000). Si el modo predominante o disponible en la ciudad es el caminar, dichas distancias no podrán superar los tres kilómetros, pero si el modo predominante es el automóvil y la velocidad media supera los 60 km/h, el tamaño ideal de la ciudad será aquel en el cual los desplazamientos más largos estarán en torno a los 30 km; Por supuesto, otros factores a considerar son, por ejemplo, la accesibilidad o la cobertura y la frecuencia de dichos modos de transporte.

Desde la óptica de la racionalidad del consumidor, se considera que las decisiones se basan en la determinación del mínimo coste, de tal manera que la variable explicativa de la estructura urbana es el equilibrio entre los costes de viaje y los costes del suelo; es decir, que el espacio urbano se identifica exclusivamente como la distancia que se debe superar y los objetivos de los desplazamientos se reducen al trabajo y, en este ámbito, elementos como la herencia histórica, las costumbres o las decisiones políticas son irrelevantes.

De acuerdo con Erba (1989), el enfoque causal ha contribuido a la separación operativa y cultural entre el transporte y la ciudad y de esta forma, las infraestructuras de transporte se perciben como desvinculadas y autónomas respecto de la administración local y desde la perspectiva del transporte, se observa a la ciudad y al territorio como estructuras preconcebidas, interpretadas en términos de flujos, independientemente de los mecanismos que determinan y modifican la organización funcional y la configuración morfológica.

El paradigma sobre la causalidad de la relación entre el transporte y la ciudad no es fácil de cambiar, tanto por la inercia intrínseca, como por la utilidad que desde el punto de vista político conlleva, pues es un instrumento eficaz que permite construir un discurso simple de explicaciones univocas, racionalizando de forma “científica” las opciones elegidas: “yo tomo estas decisiones porque conozco las consecuencias y estas son positivas” como bien lo explica Offner (1992). Esta confianza ciega en los procesos tecnológicos o en la ley de costes, que ha tenido como objetivo curar al “organismo urbano” o “ajustar su funcionamiento alterado por la enfermedad de la congestión” se ha revelado como parcial e insuficiente y, en ocasiones, contradictorio, como cuando se responde a las aparentes demandas de vialidad, mediante la oferta de una mayor capacidad de las infraestructuras, sin un análisis más detallado.

Si se comprende que los procesos de transformación que tienen lugar en el territorio están influenciados por múltiples factores no aislados, que actúan de manera diversa en el espacio y en el tiempo, que en ocasiones se adicionan, en otras se superponen, crean sinergias, etc., y cuyos efectos no pueden ser claramente determinados y que se corresponden exclusivamente con el contexto local, social y cultural, es posible entonces formalizar y modelizar la relación entre los medios de transporte y la organización socioeconómica del espacio, en donde aquellos no son necesariamente los responsables de ciertos efectos sobre el territorio, pero sí pueden crear las condiciones adecuadas para su desarrollo o su consolidación.

En el marco de esta relación de ámbito más integrador, a continuación se hace referencia a la evolución de la población, la economía, la motorización, la urbanización, el crecimiento espacial y de efectos de esas interacciones como la congestión y las externalidades.

2.1.1 Desarrollo económico y crecimiento poblacional

Un mayor crecimiento económico exige mayores y mejores facilidades de desplazamiento y, así mismo, una mayor accesibilidad y una mejor oferta de transporte redundará en mayor eficiencia y competitividad de los procesos productivos y, por lo tanto, en un mayor desarrollo económico. Las ciudades son percibidas como fuente de oportunidades, atrayendo a la vez de grandes inversiones de capital, grupos de población en búsqueda de mejores oportunidades de desarrollo personal y familiar.

Se ha señalado que el crecimiento de las ciudades en detrimento de las áreas rurales (urbanización) obedece claramente a acciones de mejoramiento económico. Cuando la economía se desarrolla, la participación de las actividades denominadas primarias como la agricultura o la pesca ceden en favor de las actividades secundarias o del sector de la industria y la manufactura, para terminar posteriormente en el sector terciario (actividades basadas en los servicios y el conocimiento). El cambio o la orientación hacia un determinado sector de la economía va acompañado de fuertes movimientos migratorios, generalmente desde las zonas rurales, que van perdiendo importancia o interés económico.

En la tabla 2.1 se presenta, para algunas regiones del mundo, el nivel de ingreso y la urbanización. El hecho de que la población se concentre en las ciudades en un momento determinado, no implica ni mucho menos que esto conlleve a un aumento de la riqueza y más bien puede ser un obstáculo al desarrollo. El proceso se entiende de forma unívoca y partiendo desde el desarrollo económico

De acuerdo con Faiz (1993), en los últimos 50 años, mientras la población mundial aumentó un 150%, la población de las áreas urbanas lo hizo en un 300%, la tasa de motorización en un 900% y el uso del coche en un 1300%. La población actual supera los seis billones de habitantes y en el año 2025 se llegará a los ocho billones. Cada vez una mayor proporción serán residentes de ciudades, principalmente de las más grandes, las cuales se ubican en los países menos desarrollados (tabla 2.2), con las consecuentes dificultades para que todos puedan acceder a los servicios públicos y disfrutar de una calidad de vida suficiente (Bayliss, 1995; Thomson, 2002)

Tabla 2.1: Población, urbanización e Ingreso por Regiones

Región	Población (Millones)	Urbanización (%)	Ingreso per cápita (US\$/ Año)
Países Industrializados	957	77,5	24.887
Estados Unidos	285	77,5	34.280
Europa (Zona Euro)	3 07	77,5	20.670
América Latina	524	75,8	3.580
Oriente Medio y Norte de África	301	57,8	2.220
Asia Central y Europa Oriental	475	62,8	1.970
Asia Oriental y Pacífico	1.823	37,3	900
África Subsahariana	674	32,3	460
Sur de Asia	1.378	27,8	450
Total	6.130	47,2	5.120

Fuente: The World Bank (2003)

Tabla 2.2: Población Estimada por Regiones (millones)

Región	1975	1995	2015	2020
África	414	716	1.181	1.310
Asia	2.407	3.439	4.381	4.586
Europa	676	728	717	710
América Latina	320	476	625	660
América del Norte	243	297	345	355
Oceanía	21	28	37	39
Total	4.081	5.687	7.286	7.660

Fuente: Bailyss (2000)

Como se puede observar, mientras Europa y América del Norte apenas crecieron en población en los últimos 25 años, África lo hizo a tasas tan explosivas que duplicó su población y otras regiones como Asia y América Latina continuaron con crecimientos relativamente altos, que les llevó a un aumento del 50% en ese mismo periodo.

Desde el lado de la urbanización, en tanto los países de mayor desarrollo crecieron a niveles moderados, en los demás países el crecimiento de la población en las ciudades ha sido tal que regiones como América Latina tienen hoy tasas de urbanización similares o superiores a las de Europa o América del Norte y la tendencia continúa, pues en la medida en que haya más pobreza y menor estabilidad, habrá un marcado interés a movilizarse hacia esas áreas céntricas en búsqueda de oportunidades económicas y de seguridad física. La tabla 2.3 muestra la evolución de la urbanización y las estimaciones para las próximas décadas.

Es fácil predecir que las ciudades de los países menos desarrollados en regiones como África, Asia o América Latina, tendrán problemas sustancialmente mayores a los actuales, pues además del gran crecimiento poblacional que les espera, se continuará dando una fuerte urbanización (Rodrigue, 2003; Gifford, 2003) y una intensa concentración, con escasas disponibilidades de espacio, sin infraestructura de servicios públicos y con bajas oportunidades de empleo.

Tabla 2.3: Tasa de urbanización estimada por regiones (porcentaje)

Región	1975	1995	2015	2020
África	25	36	48	51
Asia	24	34	48	51
Europa	67	72	81	82
América Latina	61	74	82	83
América del Norte	74	77	84	85
Oceanía	56	67	76	78
Total	38	46	56	58

Fuente: Bailys (2000)

Otro fenómeno de trascendencia es el de la concentración: Mientras en los países más industrializados el crecimiento urbano es distribuido en un amplio número de ciudades, en los países en vías de desarrollo se percibe concentrado en unas pocas “megaciudades¹” (WBCSD, 2003; Gwilliam, 1996). La tabla 2.4 indica cómo las concentraciones poblacionales más grandes se están dando en países en desarrollo (13 de las 20 ciudades más grandes pertenecen a este grupo).

Las ciudades no fueron pensadas para esa explosión en su crecimiento y al respecto son ilustrativos los casos de Bogotá y Barcelona: En el primero, de acuerdo con el plan del arquitecto suizo Le Corbusier, realizado en 1951, la ciudad tendría un millón de habitantes en el año 2000, cifra que fue alcanzada y ampliamente superada en 1960, apenas 10 años después del pronóstico y para el año 2000, la ciudad había alcanzado una población de siete millones de habitantes, y en el caso de Barcelona se hace mención a que su espacio urbano creció en los últimos veinte años más que en los dos mil años anteriores (Rueda, 1997).

¹ The World Business Council for Sustainable Development define una Megaciudad como aquella con una población superior a los 10 millones de habitantes.

Tabla 2.4: Ciudades y áreas Metropolitanas más populosas (millones)

<i>Nro.</i>	<i>Nombre</i>	<i>Población Ciudad</i>	<i>Población Área Metropolitana</i>
1	Tokio	8,02	26,52
2	Seúl	10,07	17,59
3	Nueva York	7,33	16,27
4	Osaka	2,59	16,21
5	Sao Paulo	9,39	16,11
6	México	9,82	15,53
7	Los Ángeles	3,45	15,30
8	Shanghai	8,93	14,71
9	Mumbai	9,93	14,50
10	Moscú	8,57	13,15
11	Buenos Aires	2,96	12,58
12	Londres	6,93	12,28
13	Beijing	6,69	12,03
14	Calcuta	4,40	11,49
15	Yakarta	8,26	11,02
16	Tianjin	5,00	10,38
17	Rio de Janeiro	5,47	9,82
18	Karachi	5,21	9,50
19	Nueva Delhi	7,21	9,50
20	París	2,16	9,40

Fuente: Bailyss (2000)

Las previsiones han debido ser revisadas y han sido requeridos importantes ajustes a las inversiones en infraestructura de servicios y en especial de transporte. Hoy con el interés por la optimización de los procesos de cara a la competitividad que exige la globalización, la mayoría de las ciudades se enfrenta a dilemas como los planteados entre la necesidad “aparente” de expandir la red de carreteras por una parte y la potenciación de los sistemas de transporte público, por la otra, que no necesariamente responden como alternativas competitivas frente a las demandas de las comunidades, pero si frente a la disponibilidad de recursos (Gifford, 2003).

2.1.2 La forma urbana y el transporte

Como se ha mencionado, una de las consecuencias de los cambios en la estructura económica de producción es la urbanización. Al pasar de las actividades primarias al estadio de la industrialización, se percibe una mayor competencia en y por el mercado, y por tanto se hace referencia a la producción a escala, lo cual exige cierto grado de

especialización, tanto en la mano de obra como en los procesos de manufactura, y por supuesto, en el uso del espacio: Surgen entonces la vivienda y la fábrica como dos referentes espaciales, que al alejarse, imponen la movilidad cotidiana y obligada, y aparecen tareas concretas y momentos de tiempo para su realización.

En las primeras fases de esa industrialización las fábricas se sitúan cerca de las zonas de producción de los insumos, especialmente de la energía (como el carbón) y las ciudades son apenas lugares de encuentro comercial y de incipientes tareas administrativas y financieras. Posteriormente, la combinación de innovadoras estructuras de producción y la incorporación de nuevas tecnologías (ferrocarril, electricidad, motores de explosión), hacen que se rompa el vínculo entre la fábrica y el lugar de producción de los insumos y estos lugares de manufactura se re-localizan entonces en aquellos sitios que favorecen la presencia de medios de transporte y/o que contienen grandes aglomeraciones de población (Miralles-Guasch, 2000).

Históricamente la dependencia del transporte motorizado está asociada con la evolución de la ciudad: La forma física que va tomando el conglomerado urbano se relaciona con tres factores fundamentales: Las tecnologías de transporte disponibles, las fuerzas económicas y los factores culturales (Scheurer, 1991)

Desde la perspectiva de las tecnologías de transporte, las ciudades se encuentran originalmente confinadas por barreras físicas o por su tamaño, de manera tal que la distancia pueda ser cubierta caminado o usando animales de carga o de tiro y en un tiempo razonable que puede estar en torno a 30 minutos (ATM; 2000); Esto sucede hasta bien entrado el siglo XIX y puede hablarse de tres a cuatro kilómetros de distancia entre el centro de la ciudad y los suburbios, con una alta densidad poblacional (100 a 200 habitantes/hectárea), con calles muy próximas y con una forma orgánica; se habla entonces de la ciudad compacta (Newman y Kenworthy, 1999) .

Con el desarrollo del ferrocarril a mediados del siglo XIX y la nueva disposición de las actividades productivas sobre el territorio y obviamente la renovación de la escala e incluso del concepto de ciudad, se produce una expansión que se da más allá del centro compacto anterior, estableciéndose un crecimiento suburbano tanto a lo largo de las vías arteriales (en el caso de los tranvías) como de los puntos intermedios y finales de parada de los omnibuses, los trenes y los tranvías de caballos.

La innovación tecnológica tiene su momento clave con la incorporación de la electricidad como fuente energética, que significa un aumento sustancial en la

velocidad, en la capacidad y en la autonomía. Se habla de velocidades superiores a los 20 km/h, con lo cual las distancias a recorrer pueden superar los 10 km, se rebajan los costes de explotación y se populariza su uso por parte de los trabajadores cotidianos.

Así mismo, dada la creciente congestión y el caos, se produce una segregación de los modos y de la vialidad con lo cual cada uno se especializa en un tipo de transporte: masivo, rápido, económico. La ciudad se alarga a través de los ejes radiales y algunas vías circunvalares, pero los espacios entre dichos ejes radiales permanecen desocupados. Este tipo de ciudad es conocida en la literatura como “transit city” (Newman y Kenworthy, 1999) y entre sus particularidades puede mencionarse una densidad media (50 a 100 habitantes/ha.), uso mixto del suelo, alto grado de centralidad y una forma cuadriculada o reticular. Muchas ciudades, especialmente europeas de tamaño medio y pequeño, tienden a retener esas formas, que hoy por hoy son promovidas por un estilo y filosofía de desarrollo urbano conocida como “Nuevo Urbanismo” (Boarnet and Crane, 2001).

Con la llegada masiva del coche, se profundiza la urbanización de grandes extensiones de suelo, es decir la suburbanización, que si bien, se origina con las redes de tranvía y de tren suburbano, su crecimiento y expansión se da con el vehículo privado, gracias al cual se transforma la estructura suburbana y se rebaja significativamente la densidad.

El coche, desde el punto de vista tecnológico, ha permitido que sea posible la dispersión de la población por el territorio. Sólo falta que los aspectos económicos le favorezcan y que el modo o estilo de vida facilite esa tarea. Su masificación comienza antes de la segunda guerra mundial pero su verdadero desarrollo se da posterior a ésta. Este modo de transporte reemplaza rápidamente los servicios de autobuses y trenes, facilita la urbanización de grandes extensiones de terreno disponibles entre los ejes radiales de la “transit city” y permite avanzar hasta los 50 o más km (en algunos casos se hace referencia a distancias superiores a 80 km), que dada la tecnología pueden ser cubiertas en ese valor ideal de 30 minutos. Nace de esa forma la ciudad del coche, con viviendas de muy baja densidad (10 – 20 habitantes/hectárea) y con una fuerte segregación de los usos del suelo (industrial, residencial, comercial, institucional, etc.) que favorece aún más el incremento de las distancias. La ciudad se descentraliza y se dispersa.

El factor económico ha favorecido también esa evolución de la ciudad desde la perspectiva de promoción de la dispersión por el alto valor del suelo. Las ciudades compactas tienen la tendencia a elevar los precios del suelo, con lo cual la necesidad

de amplios espacios, induce a los ciudadanos a moverse hacia la periferia en la búsqueda de precios más convenientes. Frost (1991) sugiere que la búsqueda de una mayor calidad de vida fuera de las áreas congestionadas y con escasa comodidad, típicas de las ciudades en proceso de industrialización es razonable y deseable por una gran mayoría de la población, resultando en la aparición de una nueva ciudad tipo, a finales del siglo XIX. Se asiste a un proceso rápido de acumulación de riqueza a través de actividades como el comercio con productos agrícolas y de minería y su oferta en los centros industriales. Se observa entonces que la nueva frontera urbana es caracterizada por un fuerte contraste en cuanto a los aspectos económicos, cuando se le compara con las ciudades antiguas.

Desde el punto de vista cultural, y teniendo en cuenta la relativa abundancia de espacios y otros recursos de las ciudades emergentes de finales del siglo XIX, típicas de Norte América y Australia, se obtienen unos procesos de urbanización ordenada que ejercen una gran atracción sobre las grandes migraciones europeas, frecuentemente expuestas a incomparables inestabilidades políticas y económicas en su territorio. La posesión de espaciosas casas con ciertas peculiaridades del estilo de vida rural en suburbios en rápidos procesos de crecimiento, acompañados de un particular estilo de vida y una intrincada asociación con las populares promesas del naciente siglo XX, de una riqueza creciente y redistribuida entre todos los grupos poblacionales, como alternativa a la penuria de los periodos precedentes, hacen la tarea de promoción de un modelo rápidamente imitado y reforzado. La casa de estas ciudades es vista como el más potente icono de la clase media; es el origen y el alimento de la nueva familia nuclear y se presenta como una barrera que aísla al grupo familiar de la contaminación de la ciudad industrial.

Este modelo de estilo de vida es asimilado por la mayoría de los países de Europa, particularmente durante el periodo de prosperidad después de 1945, y continuó extendiéndose incluso a algunas regiones de Asia y de América Latina en donde, como caso particular, el coche no ha sido asociado de forma tan estrecha con este tipo de ciudad.

Se ha pasado entonces de la ciudad compacta, centralizada, densa y de usos mixtos a la metrópoli dispersa, descentralizada, de usos de suelo especializados y de muy baja densidad, cuyo explosivo crecimiento ha sido favorecido por tres factores que han confluído y producido sinergias en su favor: La tecnología vehicular, el crecimiento económico y los factores culturales, que mostraron un “estilo de vida” que todos deseaban y que era posible.

La consecuencia de esta forma de ciudad es un aumento generalizado de la utilización del vehículo privado, que si bien inicialmente actúa como un poderoso factor de desarrollo facilitando economías de aglomeración, gradualmente lleva a situaciones problemáticas con el efecto contrario: *Deseconomías por congestión* (Monzón, 2003).

Las tablas 2.5 y 2.6 muestran algunos de los impactos producidos por la forma urbana y por la baja densidad. En la primera de las dos se observa cómo ha evolucionado la distancia recorrida hasta el sitio de trabajo y en la segunda, se señala cómo es el consumo de energía de acuerdo con la orientación de la ciudad.

Tabla 2.5: Uso del coche y evolución de la distancia de viaje en algunas ciudades

	Distancia al Trabajo (km)		Uso anual del coche (km)	
	1980	1990	1980	1990
América del Norte	13,0	15,0	8.806	10.870
Australia	12,0	12,6	5.794	6.536
Canadá (Toronto)	10,5	11,2	4.238	5.019
Europa	8,1	10,0	3.526	4.519
Asia (Más ricas)	-	-	923	1.487

Fuente: Newman and Kenworthy (1999)

La longitud de viaje muestra una pequeña evolución en la década de los ochenta a los noventa como resultado de esa tendencia a la dispersión, pero cuanto más llama la atención es la fuerte evolución en el uso del coche, el que ha crecido en promedio más del 20% en ese periodo y la sustancial diferencia en su utilización entre las ciudades de diferentes regiones, especialmente de América del Norte y Australia frente a las demás. Es así como en ciudades de Japón el uso del coche puede representar apenas un 15% del de ciudades de Estados Unidos, lo cual, como se ha mencionado, merece un análisis un tanto más detallado, pues depende además de la forma como se han constituido los asentamientos, del tamaño de la ciudad, de la participación del transporte público, de la diversidad de actividades y de la frecuencia con que se realizan los desplazamientos, entre otros.

La tabla 2.6 señala las variaciones en el consumo de energía en GJ (10^9 joules) para la movilización per cápita de acuerdo con la densidad de viviendas en tres ciudades claramente orientadas al uso del coche. Al interior de estas ciudades se pueden identificar áreas típicas con un parecido cercano a las características de las diversas formas de ciudad enunciadas: Los centros de las ciudades y sus áreas aledañas (la ciudad compacta orientada al peatón), las áreas cercanas al centro de la ciudad y a los

grandes ejes de transporte (ciudad orientada al transporte público) y por último, los cinturones exteriores a las áreas metropolitanas, con viviendas de muy baja densidad y grandes extensiones aún sin construir (ciudades orientadas al coche).

Tabla 2.6: Variación en el consumo de energía según la densidad en 1980

	Núcleo urbano orientado a caminar		Suburbios orientados al transporte público		Suburbios externos orientados al coche	
Ciudad	Densidad hab./ha	Energía Gj/hab.	Densidad hab./ha	Energía Gj/hab.	Densidad hab./ha	Uso Energía Gj/hab.
New York	251	11,9	107	20,1	13	59,6
S. Francisco	128	17,5	57	33,3	8	58,4
Melbourne	32	13,2	20	20,3	10	26,9

Fuente: Newman and Kenworthy (1989)

Como se puede observar, hay una relación inversa entre el consumo energético per cápita y la densidad habitacional y en el caso específico de las ciudades de Norteamérica cada vez que la densidad se reduce a la mitad, el consumo energético per cápita se duplica. Por otra parte, se percibe una gran diferencia en la clasificación de las diferentes áreas de acuerdo con la densidad e igualmente, el gasto energético entre los diferentes tipos de ciudades varía considerablemente, lo que impide una fácil generalización, así por ejemplo el consumo de Melbourne con una densidad de 32 hab./ha es inferior que el consumo de San Francisco con una densidad de 128 hab./ha, lo cual puede deberse a otros factores no considerados como el tamaño, el estilo de vida, el uso de suelo, o los modos de transporte público disponibles, entre otros.

2.2 LAS TENDENCIAS EN LA MOVILIZACIÓN EN LAS CIUDADES

De acuerdo con WCTRS² (2004), hasta la revolución industrial, la movilidad per cápita no superaba 1,1 viajes diarios con una cobertura media inferior a los 10 km y generalmente *a pie*. Hoy, la población realiza alrededor de tres viajes diarios por persona, de los cuales, dos son motorizados y la distancia cubierta puede superar los 100 km.

² World Conference on Transport Research Society

Estadísticas recopiladas por varios autores y en diferentes contextos muestran el fuerte impacto que la presencia del coche, unida al crecimiento económico están ejerciendo sobre la movilidad, sobre la accesibilidad, sobre el uso de recursos y sobre el medio ambiente. Las tendencias son bastante claras: un aumento desmedido en la demanda de coches, una reducción significativa de los costes de adquisición y de uso y una creciente oferta de infraestructuras de calles y carreteras hacen que las sinergias entre esos tres elementos conlleve una rápida degradación de las ciudades y especialmente de sus zonas más céntricas y más densas.

Para Schafer y Victor (1997), hay una relación estrecha entre la disponibilidad de recursos y la movilidad: El kilometraje realizado al año puede variar desde los menos de 1000 km de promedio anual de los habitantes de regiones como Asia Central y del Sur o el África Subshariana, cuyo ingreso se ubica en menos de 1.000 dólares per cápita, pasando por regiones como el Norte de África, Oriente Medio, Europa oriental o América Latina, en donde el ingreso per cápita puede estar entre los 2.000 y los 4.000 dólares y los habitantes realizan alrededor de 3.000 km por año de desplazamientos, hasta llegar a países de alto ingreso como Europa Occidental o Norte América con más de 10.000 dólares anuales y entre 5.000 y más de 15.000 km por persona y año.

Después de la segunda guerra mundial el ingreso comienza un fuerte ascenso, y con él el influjo creciente del número y uso de los vehículos a motor. La extraordinaria utilidad y la comodidad y conveniencia del coche se ven reflejadas en su gran demanda y uso. En la figura 2.1 se presenta un paralelo de esa demanda con el crecimiento poblacional.

Según esa figura, la tasa de motorización se ha incrementado más de 10 veces en los últimos 50 años, y la utilización del coche ha crecido en ese período alrededor de 13 veces; Cada vez hay más coches pero, así mismo, la intensidad de uso es cada vez mayor. Ahora bien, mientras que la población total creció un poco más de 1,5 veces en esos mismos años, casi la totalidad de ese incremento ocurrió en las ciudades que como se observa en dicha figura, creció más de tres veces. El énfasis del estudio, por lo tanto, debe darse sobre el fenómeno de la motorización y el contexto espacial en el que esta se desarrolla, que son las áreas urbanas.

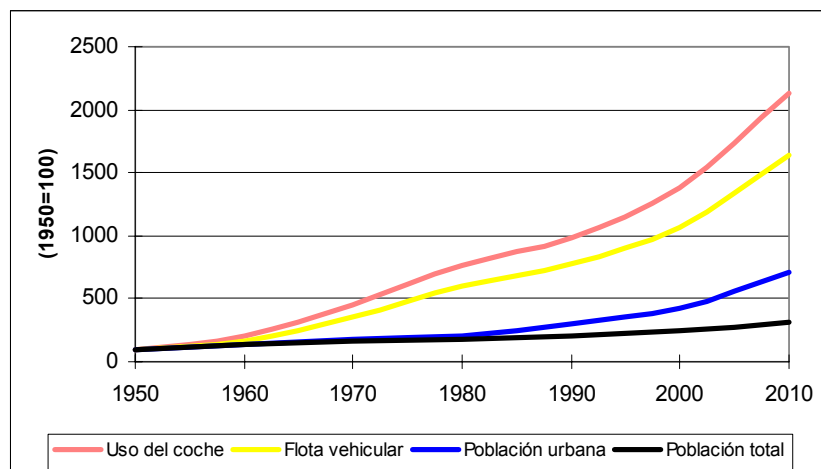


Figura 2.1: Evolución relativa del coche y la población
Fuente: Faiz, A. (1993)

Desde el punto de vista de la evolución temporal, es de resaltar que en el periodo comprendido entre 1960 y 1990, mientras en los países desarrollados el ingreso creció a la par que la movilización, en países en desarrollo como China, el ingreso se triplicó y los recorridos anuales motorizados aumentaron alrededor de 10 veces hasta llegar a los 630 km anuales. En estos últimos países ahora no sólo se viaja más, sino que se sustituyen modos de movilización tradicionales como el caminar o el ir en bicicleta, que además, son subvalorados en las estadísticas (Rietveld, 2000; Litman, 2004a).

A pesar de ese crecimiento de los desplazamientos en estos países, el potencial es aún muy fuerte, pues las tasas de viajes motorizados distan mucho de las de los países más desarrollados.

O'Flaherty (1997) en un estudio realizado en el ámbito de Gran Bretaña, destaca las siguientes particularidades con respecto al patrón de movilización:

- Cuando el número de coches aumenta en el hogar, el número de viajes diarios aumenta más que proporcionalmente: Los hogares realizan cuatro viajes más en el caso del primer coche y tres viajes adicionales a los anteriores con la presencia del segundo coche.
- Un primer coche en el hogar reduce la utilización del transporte público en un 40% y un segundo coche, en un 30% adicional. En Inglaterra, entre 1952 y 1993 el

autobús perdió el 54% de la demanda, el tren perdió el 30% y el coche en cambio percibió un crecimiento de cerca del 900% en la suya.

- En general tiende a ser más alto el uso del transporte público en las ciudades más grandes, mientras que la bicicleta y la motocicleta son muy utilizadas en las ciudades de tamaño menor.
- La presencia de servicios de transporte público de calidad, afecta de forma mínima la posesión de coches, pues su impacto en esos casos varía apenas entre el 4,0% y el 6,0% de la tasa vehicular.
- Los altos costes de operación afectan la posesión vehicular, pero sólo en una pequeña proporción. El incremento de un 10% por ejemplo en el valor de los combustibles, puede reducir la adquisición de vehículos en alrededor del 2,0% en el corto plazo, pues en un tiempo superior, esta reducción puede ser imperceptible entre otros aspectos por el incremento en la eficiencia tecnológica.
- El transporte público tiende a ser competitivo frente al coche en zonas urbanas densas, donde la congestión reduce la velocidad y hace menos placentera la conducción y donde el encontrar lugares para el aparcamiento sea difícil y costoso.

De acuerdo con las particularidades enunciadas para Gran Bretaña, que pueden ser extensivas a otros contextos, la compra y la adquisición de coches no obedece totalmente a las demandas de movilidad que exige el sistema de actividades, sino que se va creando una demanda propia asociada a la posesión o propiedad de un bien que se considera necesario y “que es un placer usar”.

Además de una mayor renta de la población y que los costes de adquisición y operación de los coches son cada vez más bajos (EEA, 2000a; VTPI, 2004; Anastasiadis, 2004), el vehículo individual ha tenido esa intensa demanda por aspectos que lo diferencian de los demás modos como la flexibilidad, la comodidad, la privacidad o seguridad, la percepción de menores costes (de acuerdo con Salomón and Mokhtarian (1997), muchos viajeros sólo perciben el valor desembolsado en el momento del viaje), e inclusive su consideración como símbolo de éxito y libertad a que hace referencia Litman (2005) o de “estatus social y económico” que se puede observar con mayor énfasis en economías emergentes como las de América Latina (Thomson y Bull, 2001; Chaparro, 2002; Vascocellos, 1997).

Para Newman y Kenworthy (1999), la relación entre movilidad y riqueza no es tan proporcional y puede estar condicionada por otras variables como la densidad de viviendas, la disponibilidad de transporte público y la calidad de este, entre otros. La figura 2.2 muestra, para diferentes grupos de ciudades, el uso del coche en relación con el ingreso personal.

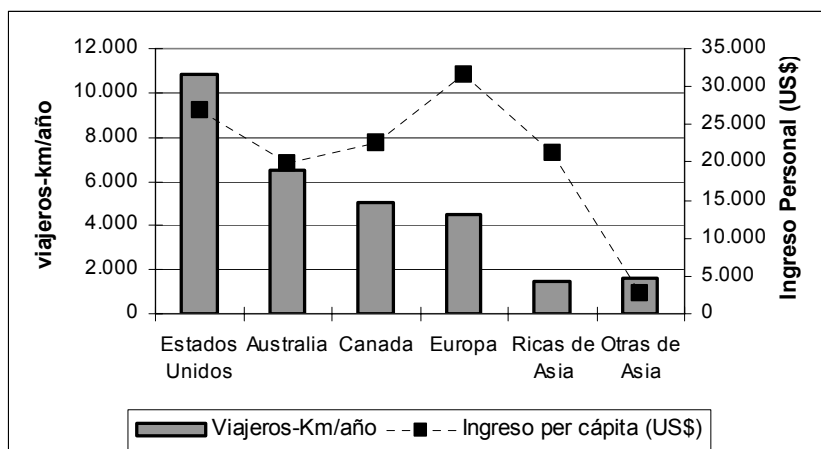


Figura 2.2: El uso del coche y el ingreso personal. Ciudades en diferentes regiones.

Fuente: Newman and Kenworthy (1999).

Como se ve en la figura 2.2, a pesar de los altos ingresos de Europa o de los países más ricos de Asia, el volumen de desplazamientos en coche es menor que el realizado en las ciudades de Estados Unidos o de Canadá, por las razones antes explicadas. Para corroborar esta circunstancia, se presenta a continuación la tabla 2.7 que incluye la posesión vehicular y la movilización total para los grupos de ciudades analizadas y que al relacionar la movilidad con el ingreso se observa cómo las ciudades de Europa Occidental son las que menos desplazamientos por persona y año realizan de acuerdo con la renta.

Las figuras 2.3 y 2.4, muestran la relación entre la posesión de coches, el uso y el ingreso, que no es la única variable responsable del crecimiento, pues así como en las ciudades europeas, con un ingreso mayor que el de las de América del Norte se realiza cerca de la mitad del kilometraje anual, en las ciudades de Asia, con ingresos más bajos, se recorren proporcionalmente más kilómetros por año que en las europeas e incluso que en Canadá y Australia.

Tabla 2.7: Motorización, transporte público, uso e ingreso personal en 1990.

Ciudad	Tasa de motorización <i>veh/1000 hab.</i>	Uso vehicular <i>(pkm/año)**</i>	Uso del Tte. Público <i>(pkm/año)**</i>	Movilidad Total <i>pkm/año**</i>	Ingreso Personal <i>(US\$/año)</i>	Movilidad relativa <i>pkm/1000 US\$</i>
USA	604	16.045	474	16.519	26.822	616
Australia	491	10.797	882	11.679	19.761	591
Canadá	524	9.290	998	10.288	22.572	408
Europa	392	6.601	1.895	8.496	31.721	268
Asia	109	2.806	2.587	5.393	9.018	598

** pkm es pasajeros *km

Fuente: Newman and Kenworthy (1999).

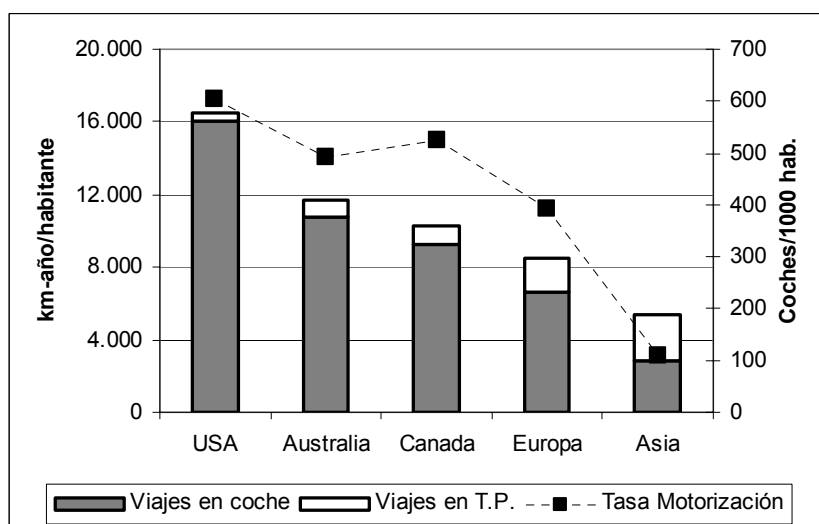


Figura 2.3: Relación entre el uso del coche, el transporte público y la motorización en 1990.

Fuente: Elaboración propia a partir de Newman y Kenworthy (1999).

Puede esto relacionarse con la forma de las ciudades, con la cultura y con un número mínimo de desplazamientos obligados, que son independientes del ingreso. Las cifras sobre viajes diarios varían fuertemente de un país o región a otra y así, mientras en las ciudades de Estados Unidos, se realizan en promedio 4,1 desplazamientos por persona y día (BTS, 2003), en las ciudades de Madrid y Barcelona, con una intensa actividad económica y un nivel de renta alto, se realiza alrededor de 2,0 viajes (CRTM, 1998 y ATM, 2000); Diferencia que además puede asociarse con la subvaloración de muchos

de los desplazamientos no motorizados o realizados en transporte público, que tienen una participación mucho mayor en el segundo caso.

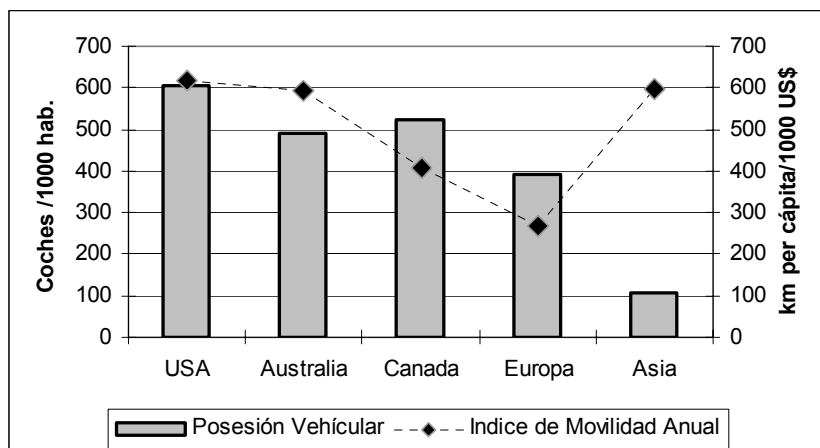


Figura 2.4: Relación entre movilidad, ingreso y tasa de motorización en 1990.

Fuente: Elaboración propia a partir de Newman y Kenworthy (1999).

En la tabla 2.8 se observa la participación modal en algunas áreas de Europa y en Estados Unidos. Se señala una clara tendencia a aumentar la participación del coche y a reducir la del transporte público. En ese periodo y en la mayoría de esas ciudades, el transporte público ha reducido su participación. Estadísticas del Department of Transportation (2000) indican que en los últimos veinte años en Estados Unidos los hogares sin coche se han reducido desde el 15% hasta el 8% y los hogares con dos o más coches han pasado de representar un 50% a un 60% del total.

En cuanto a los modos no motorizados, a pesar de sus bondades en términos ambientales, económicos y de salud física, se percibe en dicha tabla una participación cada vez menor, a excepción de los casos de ciudades de Alemania, Holanda y de los países nórdicos, en los cuales la bicicleta está muy arraigada y muestra signos de seguir creciendo.

Tabla 2.8: Tendencias de participación modal en algunas ciudades

<u>Londres</u>	1975	1985	1990
Coche	41,0	44,3	47,8
Transporte Público	20,0	17,3	17,0
Bicicleta	3,0	2,8	1,7
Caminar	35,0	35,0	32,7
<u>Manchester</u>	1971	1981	1991
Coche	32,0	50,0	64,0
Transporte Público	39,0	24,0	16,0
Bicicleta	2,0	2,0	2,0
Caminar	21,0	19,0	16,0
<u>Ciudades Noruegas</u>	1970	1985	1990
Coche	32,0	60,0	68,0
Transporte Público	20,0	11,0	7,0
Bicicleta y/o caminar	48,0	29,0	25,0
<u>Ciudades Alemanas</u>	1972	1982	1992
Coche	34,0	43,0	49,0
Transporte Público	17,0	17,0	16,0
Bicicleta	8,0	10,0	12,0
Caminar	41,0	30,0	23,0
<u>Ciudades de USA.</u>	1969	1977	1990
Coche	79,8	82,3	84,3
Transporte Público	4,9	3,4	2,8
Bicicleta	0,7	0,7	0,7
Caminar	11,5	10,7	9,1

Fuente: Urban transport and the environment (WCTRS, 2004)

Ahora bien, dada la evolución de las tasas de motorización, en los países desarrollados se está llegando a un momento de saturación (un coche por cada adulto), y el mayor crecimiento automotor está ocurriendo en los países emergentes. Un ejemplo son los casos la India o de China que, con un sostenido crecimiento económico pasarán en 20 años de alrededor de 11 a 129 coches por cada 1000 habitantes (Ver tabla 2.9), con consecuencias importantes sobre la disponibilidad de energía y el ambiente.

A pesar de la coyuntura de esas estadísticas que como en la tabla 2.8 se refieren a periodos anteriores a 1990, la situación muestra que a partir de la década de los noventa, en los países desarrollados, la demanda de viajes en coche esta dejando de crecer a las tasas que lo hacía desde los años sesenta e inclusive, en algunos casos ha

experimentando reducciones como lo señala Litman (2005) cuando se refiere a que una serie de factores que indujeron los grandes crecimientos en la motorización y en los desplazamientos se han estabilizado.

Tabla 2.9: Motorización y tendencias por regiones del mundo

REGIÓN	Veh/1000 hab.	Incremento (%/año)	REGIÓN	Veh/1000 hab.	Incremento (%/año)
<u>América</u>			<u>Asia</u>		
Norte	762	1	Oeste	99	5
Central	117	4	Centrosur	10	6
Sur	126	5	Sureste	46	10
			Este	69	7
<u>Europa</u>			<u>África</u>		
Norte	401	2	Norte	44	4
Oeste	529	2	Centro	21	2
Sur	489	3	Este	8	5
Este	176	6	Oeste	17	4
<u>Oceanía</u>	499	3	Sur	130	3

Fuente: Urban transport and the environment (WCTRS, 2004)

Entre esos factores se puede mencionar a la urbanización, el ingreso de la mujer a la actividad laboral, la reducción de las tasas de natalidad luego del “baby boom” de los años setenta, la reducción del tamaño de los hogares, el cambio en la pirámide poblacional según el cual, mientras se reduce la población económicamente activa, crece la de personas mayores, los cambios en las preferencias de los consumidores que empiezan a percibir al transporte público y a los modos no motorizados como modos modernos y populares, los cambios tecnológicos que facilitan el teletrabajo y la administración del tráfico y por supuesto, la reorientación de las políticas gubernamentales hacia la mejora en la cantidad y calidad de transporte público y la priorización de la gestión de la movilidad frente a la construcción de más infraestructuras carreteras que inducen mayores demandas de desplazamientos.

Si se observa el caso de Gran Bretaña, que se muestra en la tabla 2.10, el uso del coche ha aumentado significativamente en detrimento de los demás modos, pero desde hace unos 10 años ese crecimiento se ha desacelerado e incluso ha descendido en la última observación y modos como el autobús o el tren muestran síntomas de reactivación.

Tabla 2.10. Uso anual de los modos de transporte (km/persona) en Gran Bretaña

Año	coche	caminar	bici/moto	autobús	tren/metro	otros
1985/1986	6475	393	153	478	541	518
1989/1991	8217	381	127	441	669	584
1992/1994	8423	320	113	417	560	528
1995/1997	8766	314	111	405	555	573
1998/2000	8962	309	111	394	689	541
2002/2003	8949	307	109	418	671	573

Fuente: Department for transport (2004)

La figura 2.5 muestra, para el caso de los Estados Unidos, cómo son los desplazamientos de acuerdo con la edad de la población (BTS, 2003). Las franjas con menor movilización son las de los jóvenes y la población mayor, que realizan aproximadamente la mitad de los viajes diarios motorizados.

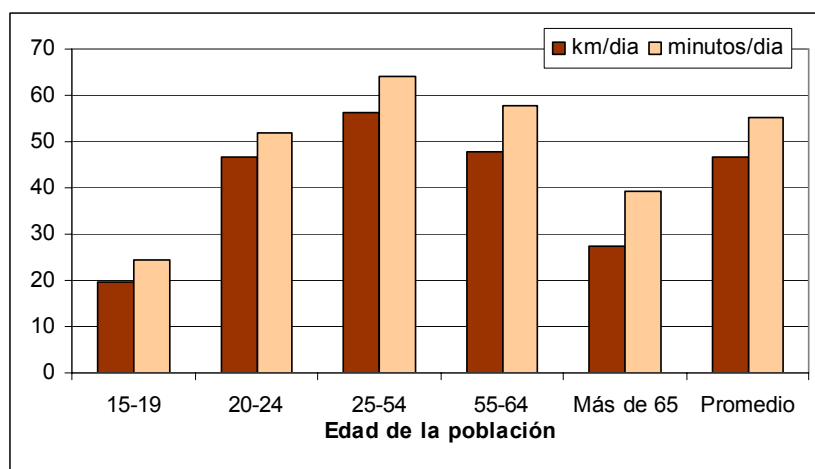


Figura 2.5. Características de los desplazamientos de acuerdo con la edad de la población en Estados Unidos.

Fuente: BTS (2003)

En cuanto a la fracción del presupuesto dedicado al transporte, y de acuerdo con Schafer (1998), mientras en los países en desarrollo, con un uso intensivo del transporte público y de los modos no motorizados, el gasto puede estar entre el 3% y el 5% de la renta, en los países de mayor desarrollo esa fracción puede situarse entre el 10 y el 15% de la renta, en razón principalmente al uso de vehículos privados. Así, puede decirse que si la renta aumenta, se le dedicará una proporción mayor al transporte que se

orientará a un mayor número de viajes y/o a una mejora en la comodidad y la conveniencia: vehículos más rápidos y exclusivos.

Así como se habla de un presupuesto monetario dedicado a la movilización, existe también un presupuesto o disposición de tiempo para realizar esos desplazamientos, que es más restrictivo que el anterior, pues está limitado fuertemente por todas las demás actividades que cotidianamente realiza el hombre. Como lo han descrito varios autores desde los años setenta (Zahavi, 1974; Zahavi and Ryan, 1980; Schafer and Victor, 2000), ese presupuesto se sitúa alrededor de 1,1 horas por persona y día para el conjunto de todos los desplazamientos, independientemente de los recursos económicos o del contexto social o cultural a que se refiera (ver figura 2.6). Ese presupuesto temporal implica que dado cierto crecimiento económico, se requerirá mayor movilidad y por ende, la población exigirá mayores velocidades para cumplir con esas expectativas de viajar lo deseado y no superar los tiempos previstos.

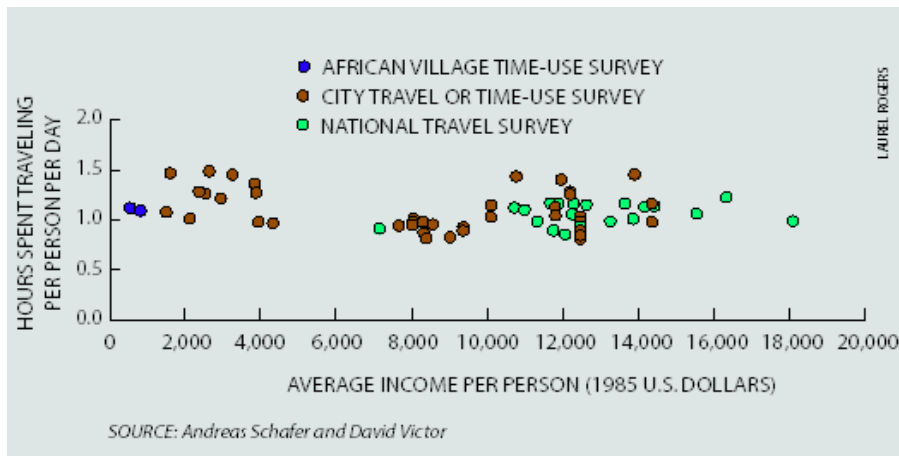


Figura 2.6: Presupuesto de tiempo para viajar e ingreso per cápita

De esta forma y si los presupuestos de tiempo, el crecimiento de los ingresos, la forma y distribución del uso del suelo urbano, las restricciones geográficas y de disponibilidad de infraestructuras continúan con la tendencia actual, autores como Schafer y Victor (1997) presentan escenarios como el de la figura 2.7, según la cual, el transporte en trenes y autobuses convencionales, así como el uso del coche declinarán en términos relativos en favor de modos más rápidos. Es lógico pensar que las reducciones más importantes en el uso del transporte público convencional e incluso del uso de coches ocurran en los países desarrollados y que los demás países intensifiquen el uso de los transportes públicos y de los vehículos privados, como se

expresaba previamente. Ese escenario no es conveniente en la medida en que esos saltos en la velocidad implican consumos cada vez más intensivos de combustibles, una mayor dispersión de la población y una mayor afectación al medio ambiente.

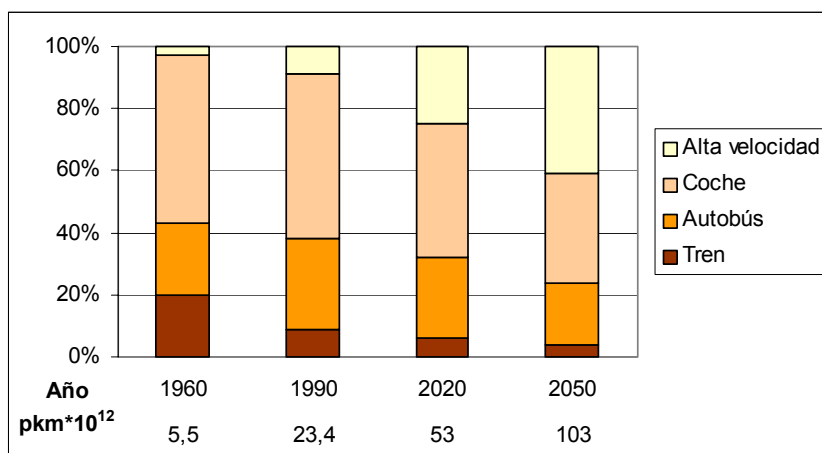


Figura 2.7: Tendencia mundial en el uso de los modos de transporte y volúmenes anuales de tráfico.

Fuente: Schafer, A. and Victor, D. (1997).

De acuerdo con estos mismos autores, que corroboran lo expresado anteriormente, se percibe una suavización en la tendencia creciente del volumen anual de desplazamientos (pasajeros-km), de una tasa del 4,95% anual en los pasados 30 años a una de 2,76% en la actualidad y las previsiones hacen referencia a que entre los años 2020 y 2050 la tasa de crecimiento descenderá al 2,26% anual aproximadamente, lo cual a pesar de ser un alivio importante, no deja de preocupar por la demanda de energía, de espacio y por los impactos sobre el medio ambiente a que se hará referencia más adelante.

Como resumen de las tendencias de movilización y de acuerdo con las fuentes puede expresarse:

- La motorización y la movilización han estado condicionadas por el crecimiento económico, pero han tenido influencia significativa algunas coyunturas como el ingreso de la mujer al mercado laboral, el *baby boom* de los años setenta, los bajos precios de adquisición de los coches, la reducción de los costes de operación y la relativa ignorancia o indiferencia frente a los impactos sobre el medio ambiente tanto de los ciudadanos como de los gobiernos.

- El siglo XX experimentó una permanente reducción en los costes y un continuo mejoramiento de las diferentes prestaciones de los coches. En estos primeros años del siglo XXI se observa una fuerte reducción de los costes computacionales y de comunicación, que favorecerá la sustitución de la movilidad y mejorará las estrategias de gestión. Esto puede permitir la reducción de viajes vehiculares.
- Los países desarrollados muestran síntomas de saturación y a partir de los años noventa, se están observando señales de cambio en la tendencia de la motorización. El crecimiento de la motorización ocurrirá con fuerza en los países emergentes que muestran altas tasas de crecimiento económico y bajas tasas de propiedad vehicular.
- Las tasas de natalidad, aunque positivas, continuarán su senda de reducción, y una buena proporción de esta población y la que ha mejorado su nivel económico, demandarán coches adicionales, pero este crecimiento que se estima en aproximadamente un 40 a un 60% en los próximos 50 años, es mucho más bajo en comparación con las tasas de motorización de las décadas precedentes.
- La esperanza de vida aumentará cerca de 30 años frente al siglo pasado. Esta población demandará servicios de transporte acordes con su edad y su estilo de vida. En particular los desplazamientos *a pie* y los transportes públicos con buena flexibilidad y facilidad de acceso como el autobús tienen una importante función que cumplir.
- Las preferencias del consumidor frente al coche, que lo mostraban como un símbolo de éxito y de modernidad están cambiando. El mercado ofrece otras alternativas como símbolos y en la población aumenta la concienciación sobre los transportes alternativos y sobre los impactos al medio ambiente, así como se imponen usos de suelo de alta densidad y de carácter mixto.
- La población dado el crecimiento y dispersión de las ciudades, seguirá demandando mejoramientos en la velocidad de sus desplazamientos, so pena de afectar su restringido presupuesto de tiempo. La adecuada gestión de esas demandas de movilidad redundará en comunidades sostenibles y competitivas.

2.3 LOS COSTES DEL TRANSPORTE, LAS EXTERNALIDADES Y LA CONGESTIÓN

De acuerdo con Litman (2003), los costes se refieren a las compensaciones por el uso de bienes, servicios o factores y pueden incluir dinero, tiempo, suelo o la pérdida de oportunidades de obtener beneficios. También puede hablarse de los costes como los

recursos dedicados por “alguien” a una determinada actividad. Los costes y los beneficios se perciben como dos caras de una moneda: Un coste puede ser definido como una reducción de los beneficios y un beneficio puede ser considerado como una reducción de costes, de forma tal que la reducción del tiempo de viaje, por ejemplo, se considera una de los más importantes beneficios del transporte.

El punto de vista desde el cual se miren los costes es fundamental y en este caso puede hablarse del usuario como el beneficiario directo de la realización de los desplazamientos y de la sociedad en la cual se enmarcan todas las actividades económicas y sociales de sus miembros. El usuario toma decisiones sobre muchos aspectos de sus actividades cotidianas, entre estas sobre la realización o no de desplazamientos, la hora, el destino, el modo a usar y posiblemente la vialidad. Estas decisiones están condicionadas por la relación entre los beneficios que obtiene con esos viajes y los costes en que incurre en los mismos y que básicamente afectan su presupuesto económico y de tiempo. Así, en principio, si los costes que desembolsa y el tiempo que consume al viajar son bajos, estará más dispuesto a la realización de desplazamientos que si sucediera lo contrario.

Ahora bien, los costes que percibe el usuario no necesariamente son iguales a los que sufre la sociedad por la realización de esos desplazamientos: La presencia de subsidios o impuestos, las externalidades o la forma como se financian las infraestructuras, por ejemplo, dan lugar a diferencias significativas entre esos valores (Schade et al; 2003). La tendencia económica actual se orienta hacia la transparencia y por tanto a que los usuarios paguen los costes que ocasionan con sus decisiones y que de forma “racional” escojan los modos que les son más convenientes. La descripción o valoración de costes se realiza principalmente desde el punto de vista del usuario o de la sociedad como un todo.

En el primer caso se consideran con detalle los costes pagados directamente y se intenta contabilizar una serie de sacrificios de carácter subjetivo (asociados con cada usuario) como las relacionadas con la percepción del valor de las diferentes componentes del tiempo, el grado de aversión al riesgo, la confianza en la programación del viaje, la disposición a pagar por determinados niveles de comodidad, entre otros. En el segundo caso, se hace referencia a costes sociales que podrían entenderse como aquellos valores que la sociedad debe usar, gastar, dejar de ahorrar o adquirir, para que los individuos puedan realizar todos y cada uno de sus desplazamientos (Castro y Mokate, 2003; Fontaine, 1999). De esta forma, los costes desde el punto de vista de sociedad tiene en cuenta tanto los costes pagados o sufridos

por los usuarios, como los que han dejado de pagar y los que han ocasionado sobre otros individuos.

Una clasificación genérica de los costes del transporte desde el punto de vista de la sociedad es la que se muestra en la figura 2.8, según la cual, los costes se clasifican como internos o soportados por los usuarios y/o beneficiarios y externos o causados a terceros por la realización de esa actividad, sin que se vean reflejados en los precios de mercado. A continuación se describe cada uno esos costes y a ellos se hará referencia detallada en el capítulo siguiente.

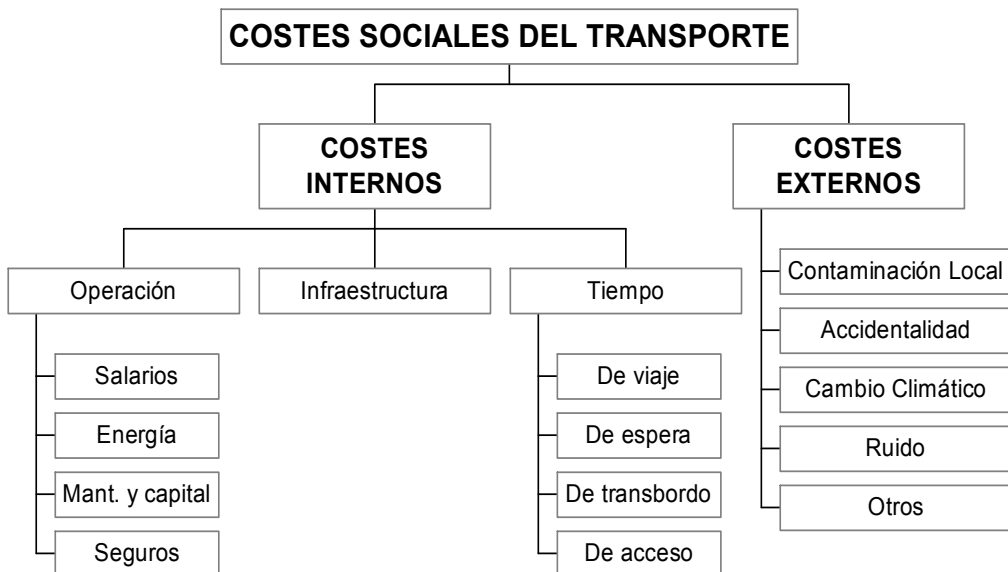


Figura 2.8: Los costes sociales del transporte
Fuente: OECD (2002).

2.3.1 Los costes internos

Los costes internos, también llamados privados o de los usuarios corresponden básicamente a aquellos que los consumidores - viajeros perciben o sufren directamente y que como se dijo antes, son su referente para la toma de decisiones; típicamente son los directos de operación, los de infraestructura y los costes de tiempo.

Los directos de operación son aquellos relacionados con los salarios, la energía, la amortizaciones de las inversiones de capital, los impuestos, los peajes si los hay, el

valor del aparcamiento y las primas de aseguramiento principalmente, son fáciles de identificar e imputar y tienen precios de mercado (ver el ejemplo de la figura 2.9). Es conveniente precisar que en algunos casos, como en el transporte público (ver tabla 2.11), los costes en que incurren los operadores no son los iguales a los que pagan los usuarios ya que las tarifas pueden incluir algunas transferencias como subsidios, impuestos o tasas. Desde el punto de vista de la sociedad, se deberá hacer referencia a los costes o sacrificios que efectivamente ésta tuvo que hacer para la prestación del servicio en las condiciones en que se realizó.

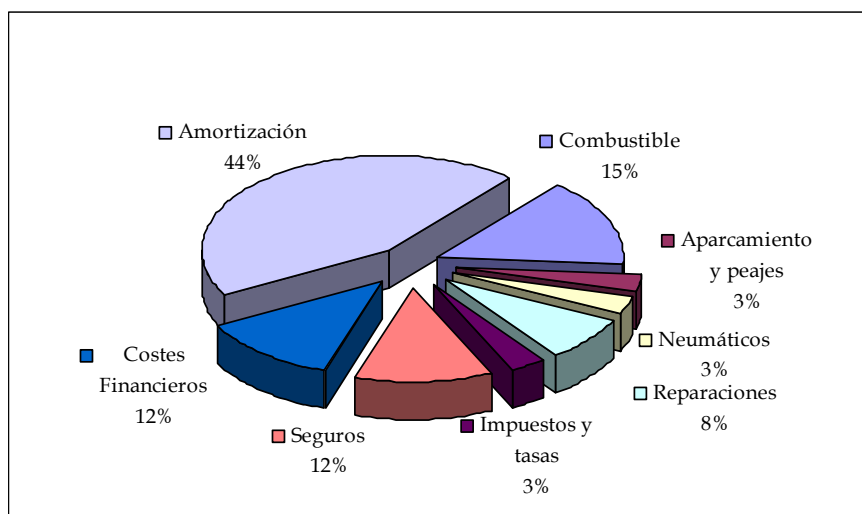


Figura 2.9. Los costes directos de un coche en USA (2001)

Fuente: Elaboración propia a partir de APTA (2002)

En el caso del transporte en auto particular, los costes de capital tienen el mayor peso (más del 50%), pero el usuario no los está considerando cotidianamente en sus decisiones de viaje. Los costes de explotación, como el combustible, las llantas o el coste de mantenimiento, el aparcamiento o los peajes, tienen un peso menor (que inclusive ha descendido con el paso del tiempo), pero su influencia es mayor ya que cotidianamente afecta las decisiones respecto a la elección modal. Como se acaba de ver, el coste de mano de obra ni siquiera se referencia (puede en ocasiones considerarse un placer en vez de un coste).

A cambio, en el transporte público y como se observa en la tabla 2.11, la estructura viene condicionada por la incidencia de los costes de mano de obra (conductores) que

pueden representar más del 50% de los costes totales y en donde otras variables como los costes comerciales y los beneficios tienen un peso significativo.

Tabla 2.11: Clasificación tipológica de costes del transporte de viajeros

<i>Tipología</i>	<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>
Costes Fijos	Conductor	Sueldos, seguridad social, incapacidades
	Amortización	Valor del vehículo, tiempo, valor residual
	Financieros	Consideraciones sobre los costes de capital.
	Seguros	Primas de aseguramiento de terceros y la inversión.
Costes Variables	Combustible	Consumo de carburantes y lubricantes
	Reparaciones	Mantenimiento preventivo y reparaciones
	Neumáticos	Frecuencia de cambio y mantenimiento de llantas
	Generales	Administración y estructura (Porcentaje de fijos)
Otros Costes	Comerciales	Clientes y comisiones
	Beneficios	Coste de oportunidad de la inversión

Fuente: Izquierdo et al. (1994)

En cuanto a los costes de infraestructura, como su nombre lo indica se asocian con las inversiones en la construcción, el mantenimiento, la explotación y la gestión de las obras físicas (andenes, ciclovías, carreteras, ferrocarriles, puertos, estaciones de transferencia, aparcamientos, sistemas de control y de señalización, etc.). Su financiación puede tener carácter público, privado o mixto y puede ser cubierta en todo o en parte por los usuarios (peajes, tasas o tarifas), por los beneficiarios (plusvalías) o por la sociedad en general (a través de la tributación), se utilizan precios de mercado y en ocasiones es difícil realizar la imputación precisa de algunos de esos costes, entre otras razones, por las características de uso (Izquierdo, 1997). Hoy por hoy existe una fuerte tendencia a que los usuarios paguen de forma directa este coste y una de las orientaciones más claras aparece en el libro blanco de la Comunidad Europea "*Tarificación equitativa por el uso de las infraestructuras*" (EC, 1998a), que establece el principio de tarificación al coste marginal social de corto plazo, y fija una serie de etapas y procedimientos para la armonización de las tarifas y costes de forma que reflejen los precios verdaderos.

El otro coste interno es el del tiempo de viaje. Desde el punto de vista del usuario, es un valor que toma en cuenta las características del desplazamiento, las características del viajero y las características del entorno, por lo que fácilmente se torna en un valor subjetivo. De acuerdo con algunos autores debe comprender no sólo el tiempo dedicado al desplazamiento a bordo de los vehículos, sino los tiempos de planeación del viaje, de acceso, de espera, de trasbordo y de dispersión hasta llegar al destino

(EVA, 1991; EC, 1998b; Wardman, 2004). A pesar de la disponibilidad de sofisticadas técnicas de estimación del valor del tiempo, como los análisis de preferencias reveladas y de preferencias declaradas (Ortúzar y Willumsen, 1994), el hecho de ser un valor subjetivo dificulta su medición y su generalización. A este tema, que juega un papel fundamental en las elecciones sobre los viajes, pero así mismo, sobre la toma de decisiones con respecto a la construcción de proyectos de transporte, se hace mención más adelante.

2.3.2 Las externalidades

De acuerdo con Azqueta (1996) y Ortuzar y Rizzi (2005), una externalidad es definida como una acción realizada por un agente económico, que tiene un impacto sobre la utilidad o sobre la función de producción de un tercero, sin incorporar los efectos económicos de dicho impacto sobre sus cuentas privadas.

Las externalidades son definidas como los cambios positivos (beneficios) o negativos (costes) en el bienestar que son causados por las actividades económicas sin que su impacto se vea reflejado en los precios de mercado y pueden clasificarse como tecnológicas o pecuniarias, de acuerdo a si inducen modificaciones en las funciones de utilidad o producción, o no (CAPRI, 2001; Ortuzar and Rizzi, 2005).

En esencia y de acuerdo con Boarnet y Crane (2001) el problema de los costes externos, está en que los individuos que incurren en estos, no los perciben o no son conscientes de ellos y por lo tanto, hacen que un tercero que en este caso se agrupa globalmente como la sociedad, deba pagar por ellos. Desde este punto de vista, la explicación del crecimiento de los problemas ambientales actuales, está en el concepto de externalidad y la posible solución a los mismos se encontraría en la internalización de los diferentes costes ambientales a través de los diversos mecanismos de tarificación

Entre las externalidades negativas del transporte, las que más han sido descritas y evaluadas en la literatura son la parte no compensada de la accidentalidad, el ruido, la contaminación local, el cambio climático, la afectación al paisaje, el efecto barrera, la pérdida de áreas urbanas, los costes no pagados de las infraestructuras y otros de carácter discutible como los subsidios al uso de infraestructuras o los costes de la congestión. Frente a esta última, algunos autores la consideran separadamente de las externalidades, por cuanto es causada por los propios usuarios del sistema y no por

agentes externos y se presenta de forma típica en el tráfico rodado de calles y carreteras.

Frente a la estimación numérica del valor monetario equivalente de las externalidades, subsiste aún en la comunidad científica un alto grado de incertidumbre, debido en la mayoría de los casos a las características del fenómeno, a las dificultades para precisar la magnitud del efecto y a las características de las técnicas de valoración o conversión de los impactos a precios de mercado. Litman (1999) señala que los costes externos en el ámbito urbano pueden llegar a representar el 32% de los costes totales, frente al 24% de los internos fijos y el 44% de los internos variables; es decir, que un tercio de los costes totales del transporte no son reconocidos por los causantes y apenas la mitad se tienen en cuenta en el momento de tomar la decisión de viajar. Si a esto se suma que el tiempo de viaje es la variable más importante de las restantes, o a veces más que ellas, como puede suceder en el transporte público, la representación y el análisis de cómo los usuarios eligen el modo de transporte, no es sencilla.

En el marco del denominado desarrollo *sostenible*, según el cual la satisfacción de las necesidades actuales no debe comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones (informe Brundtland), el sector del transporte ha empezado a considerar de forma más precisa estas externalidades, con el fin de hacerlas explícitas a cada modo e intentar una compensación por los impactos que se pudiera causar.

La Unión Europea ha emprendido un gran esfuerzo por determinar y aplicar los costes reales del transporte y prueba de ello son las políticas reflejadas en documentos como el libro verde "*Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte*" (EC, 1995), mediante el cual se explicita la necesidad de internalizar los costes externos; los libros blancos de la Comisión Europea: "*Fair payment of infrastructure use*" (EC, 1998a) y "*European transport policy for 2010: time to decide*" (EC, 2001), en donde se establece la necesidad de integrar los costes externos y de las infraestructuras. Igualmente como parte del V y el VI Programa Marco, se han desarrollado acciones y proyectos relacionados, entre los que se destacan PRIMA (Pricing Measures Acceptance), orientado a la evaluación de esquemas de tarificación y su aceptabilidad en áreas urbanas, UNITE (Unification of accounts and marginal costs for transport), dirigido al desarrollo de cuentas del transporte para cada uno de los modos y en un marco metodológico homogéneo, o FISCUS (Cost evaluation and financing schemes for urban transport systems), dirigido a evaluar los costes reales del transporte, incluyendo los costes externos de los diferentes modos.

Así mismo otras entidades como la Agencia Europea del Ambiente, partiendo del principio de que *“No es posible gestionar lo que no se ha medido”* determina periódicamente unos indicadores de transporte y medio ambiente, para responder si los países de la Unión Europea están o no consiguiendo un sistema de precios más justo y eficiente, que asegure la cobertura de los costes externos (EEA, 2000a; EEA, 2002).

En esa misma dirección, INFRAS e IWW (Universidad de Karlsruhe) han publicado una serie de trabajos como el denominado External Costs of Transport. Accident, Environmental and Congestión Cost in Western Europe (Maibach, M. et al., 2000), con datos de 1995 y con previsiones para el año 2010, en el cual se estima que los costes externos representan alrededor del 7,8% del Producto Interior Bruto – PIB de los países de la Unión Europea. Este estudio ha sido actualizado con datos del año 2000 y se ha aprovechado para realizar algunos ajustes metodológicos (Schreyer, C. et al, 2004). La participación de cada uno de los costes externos y los elementos considerados en ese documento se referencian en la tabla 2.12.

Tabla 2.12: Los costes externos del transporte. Participación y suposiciones

<i>Efecto</i>	<i>Participación (%)</i>	<i>Componentes del Coste</i>
Accidentes	24%	Costes adicionales: gastos médicos, coste de oportunidad social, pena y sufrimiento
Ruido	7%	Daños a la salud y pérdida de valor de bienes
Contaminación Atmosférica	27%	Daños a la salud humana, a los edificios y a la biosfera
Cambio climático	30%	Perjuicios (Costes de oportunidad) debidos al recalentamiento atmosférico
Naturaleza y Paisaje	3%	Costes adicionales de reparación de daños y costes de compensación.
Costes áreas urbanas	2%	Tiempo perdido por los peatones y ciclistas y compensaciones por el espacio perdido por los modos no motorizados
Costes adicionales procesos arriba y abajo	7%	Costes ambientales adicionales (contaminación atmosférica, cambio climático y otros.
Costes de Congestión	Aparte	Pérdida de utilidad por el uso ineficiente de la infraestructura. Asumido por los otros usuarios.

Fuente: Schreyer, C. (2004)

De acuerdo con dicho estudio, los costes de accidentalidad no cubiertos por las pólizas tradicionales, la contaminación atmosférica y el cambio climático representan más de tres cuartas partes de las externalidades negativas y junto con el ruido, son las variables a las que se está dedicando más atención.

En general, se puede decir que persiste un nivel de incertidumbre alto en cuanto a la estimación del valor monetario de las principales externalidades, debido por una parte a la complejidad del fenómeno considerado y, por otra, a las limitaciones de las técnicas de valoración y de asignación de los responsables e inclusive, de imputación a cada uno de los usuarios. Como se puede observar en la tabla 2.13, los rangos de valoración son muy amplios, a pesar de que sólo se está haciendo referencia a los países de la Unión Europea, que muestran una mayor convergencia económica y social que otros países y regiones del mundo.

Obviamente las variaciones tienen que ver entre otras con las características del evento, con el periodo del día, con la ubicación geográfica, con la densidad poblacional, con el nivel de ingresos, con el grado de sensibilidad- disposición a pagar, con el uso del suelo, etc.

Tabla 2.13: Rangos de valoración de externalidades en Europa (€/1000 veh-km)

<i>Modo</i>	<i>Accidentes</i>	<i>Contaminac. Atmosférica.</i>	<i>Ruido</i>	<i>Cambio Climático</i>	<i>Total (Sin Congestión)</i>
Coche	10,0 - 90,0	5,7 - 44,9	0,07- 13,0	1,7 - 27,0	17,5 - 174,9
Autobús	1,0 - 7,0	12,0 - 18,0	0,05 - 4,6	0,7 - 9,5	13,8 - 39,1
Motocicleta	36,0 - 629,0	3,2 - 3,3	0,25- 33,0	1,7 - 11,7	41,2 - 677,0
Tren	0,0 - 0,7	5,1 - 5,1	0,09 - 1,6	0,3 - 7,1	5,5 - 14,5
Avión	0,0 - 0,4	0,2 - 0,2	0,30- 19,0	6,6 - 46,2	7,1 - 65,8

Fuente: Schereyer, C. (2004)

Para el caso específico de la ciudad de Madrid, se ha trabajado desde hace más de diez años en la definición y elaboración de una cuenta socioeconómica del transporte (CRTM, 1995a; CRTM, 1995b; Guerrero y Monzón, 2003) que ha permitido conocer de forma detallada los costes totales y los costes externos de cada uno de los modos de transporte de superficie y que son la base del presente trabajo.

2.3.3 La congestión

De acuerdo con la teoría del bienestar, la congestión es definida como el coste ocasionado por un uso ineficiente de la infraestructura. La causa fundamental es la fricción o interferencia entre los vehículos en el tráfico, de forma que hasta un cierto nivel de flujo, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre y sólo condicionada por las limitantes regulatorias, la tecnología vehicular, la frecuencia de

las intersecciones y las características de la vía y del clima. A partir de ese nivel, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás, de forma que según Thomson y Bull (2002), *“la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tráfico aumenta el tiempo de circulación de todos los demás”* y para Ortúzar y Willumsen (1994) *“la congestión surge en condiciones en que la demanda se acerca a la capacidad de la vía y el tiempo de desplazamiento aumenta a un valor muy superior al que rige en condiciones de baja demanda”*.

Según Litman (2003), la congestión es un incremento en costes por demoras, estrés en la conducción, consumos del vehículo, riesgos de accidente y contaminación, como resultado de la interferencia entre los vehículos en el tráfico, particularmente si éste se acerca a la capacidad de la vía.

De acuerdo con la Comisión Europea (EC, 2001), la congestión constituye una amenaza grave de pérdida de competitividad y se considera que estos costes representan aproximadamente un 0,5% del Producto Interior Bruto de la Unión Europea y que las previsiones de tráfico señalan que hacia el 2010 y si no se toman medidas adecuadas, esos costes podrían incrementarse hasta alcanzar unos 80.000 millones de euros que equivalen al 1% del PIB comunitario. Valores similares han sido determinados para Estados Unidos por autores como Delucchi (1997) y por el Instituto Tejano del Transporte, el cual publica anualmente la evolución de esa variable (Schrang and Lomax, 2003). Ahora bien, otros autores como Thomson y Bull (2001), señalan que en ocasiones *“es deseable cierto nivel de congestión, pues los costes que impone, pueden ser más bajos que los que implicaría su eliminación”*.

En general la congestión es un problema asociado a la carretera y sucede particularmente en las áreas urbanas o en los accesos a éstas y sólo en unos períodos del día y desde la óptica económica. Es un coste que es impuesto por cada uno de los usuarios sobre todos los demás que se encuentran en esa infraestructura vial, es decir, que es un coste externo a cada individuo pero un coste interno para todos los usuarios del sistema.

Litman (2003) argumenta que la congestión debería considerarse una externalidad en la medida en que los costes que cada usuario ocasiona sobre los demás son mucho más grandes que los que cada uno sufre y, como resultado, se da una ineficiencia económica porque los costes verdaderos no son percibidos por quienes deben tomar decisiones. Así mismo, menciona que ese coste es desigual entre modos, pues de acuerdo con las tasas de ocupación y las características de operación, los coches

producen más costes de congestión por individuo que los autobuses, los viajes compartidos o los no motorizados.

Ahora bien, independiente de la clasificación de la congestión como un coste interno o un coste externo, en la contabilización debe hacerse referencia a valores netos de coste para los individuos y para la sociedad, que eviten la doble contabilización de impactos asociados a ella como el tiempo de viaje, las emisiones de contaminantes o el ruido, por ejemplo, y que sean adecuadamente reflejados en los costes que deban asumir los usuarios.

De esta forma, se han señalado desde los puntos de vista individual o privado, y social o comunitario, los costes en que incurren los modos por la realización de su objeto. A continuación se hace mención a un estado pernicioso del transporte urbano y se describen algunas de las principales acciones o estrategias para poder salir de ese estado.

2.4 EL CÍRCULO VICIOSO DEL TRANSPORTE URBANO

Como se ha señalado, el coche ha tenido durante las últimas décadas un fuerte crecimiento por razones económicas, tecnológicas y culturales: las personas cada vez viajan más y a distancias mayores, los coches congestionan las zonas céntricas y las autoridades responden generalmente a esa situación construyendo más vías, las cuales con sorpresa para las administraciones locales, son rápidamente copadas por nuevos coches, con lo cual se vuelve a problemas similares e incluso superiores a los de la situación inicial, con menos recursos para invertir y más demanda de espacios para el desplazamiento y por supuesto, para aparcar. A continuación se describe el problema de los centros urbanos desde la perspectiva del transporte y se plantean algunas estrategias o medidas para su solución.

La especialización del suelo, el crecimiento económico, la reducción de costes de adquisición de vehículos, la comodidad y los aspectos sociales y culturales, fuerzan la adquisición y utilización del vehículo privado, que además de reemplazar formas y modos alternativos de desplazamiento, induce viajes adicionales como lo expresa O'Flaherty (1997), con el consiguiente deterioro de la calidad de vida, de las condiciones ambientales y de la competitividad económica. En términos generales, esta situación recurrente y creciente es la que se ha denominado el círculo vicioso del

transporte que se muestra en la figura 2.10 y que se describe detalladamente a continuación.

Las razones socioeconómicas apoyan el aumento de la motorización de carácter individual y así, la entrada de nuevos coches a la vialidad de la ciudad induce más tiempo de congestión y más demoras en las intersecciones, con las consecuentes reducciones de la velocidad e incumplimiento de los horarios de los servicios de transporte público de superficie que comparten esa vialidad con los coches. Los autobuses por ejemplo, se ven abocados a una reducción en el número de recorridos diarios, deben aumentar los precios para compensar la pérdida de viajeros y en general, se percibe una reducción de la calidad y frecuencia de estos servicios. Los usuarios que hasta ahora eran cautivos del transporte público, intentarán conservar sus condiciones de bienestar iniciales, con lo cual, tratan de utilizar un modo de desplazamiento de mayor calidad y confiabilidad y encuentran en el coche privado un vehículo más cómodo y más económico. Ese es un círculo vicioso inicial, según el cual el coche prevalece frente al transporte público de superficie por razones de accesibilidad, de comodidad y de precio; cualidades más que válidas desde el punto de vista individual.

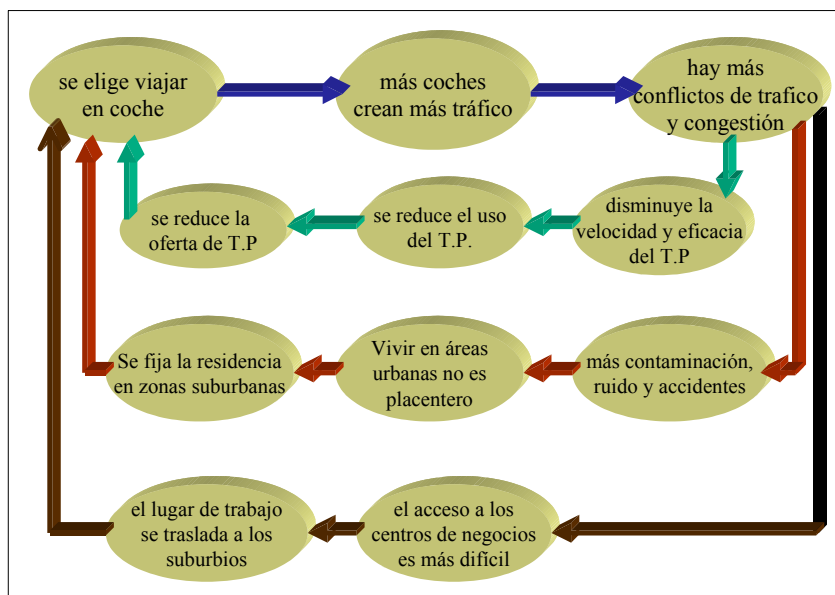


Figura 2.10: El círculo vicioso del transporte urbano

Fuente: IRIS PLAN (1998).

En segundo lugar y desde la perspectiva espacial, el hecho de que haya un mayor número de vehículos en circulación y el que se presenten períodos más amplios de congestión y frecuentes interrupciones en el flujo de tráfico, induce una mayor contaminación local y global, mayor ruido y más accidentalidad, con lo cual las áreas urbanas dejan de ser placenteras desde el punto de vista de la habitabilidad, y esto aunado a los precios de la vivienda en las áreas céntricas y la cada vez más escasa disponibilidad de espacios y paisajes agradables, induce a los ciudadanos a adquirir sus viviendas en áreas periféricas dispersas de muy baja densidad, de mejor calidad ambiental, de amplios espacios, pero en donde no puede ser competitivo el transporte público colectivo por la baja densidad y por ende, si aún no poseen un coche, intentarán adquirir uno o pensarán en coches adicionales, para que cada miembro del hogar pueda realizar de forma independiente sus actividades. Son expresivos los casos de ciudades como Barcelona, París, Lisboa o Madrid (EMTA, 2000), que han visto cómo la población se ha reducido en las zonas centrales a cambio de un fuerte crecimiento en la periferia, que se ha acompañado de un más que proporcional crecimiento en la motorización (en Madrid por ejemplo, la tasa de motorización de las áreas suburbanas creció en más del 90% en el periodo comprendido entre 1987 y 1996).

Al producirse el círculo vicioso así enunciado, muchos viajeros que se desplazan rápidamente desde la periferia intentan acceder al mismo tiempo al centro de la ciudad, pero al ocurrir en un espacio pequeño de tiempo, la demanda supera con creces a la oferta de espacio para circular y para aparcar y, por lo tanto, se enfrentan a congestión, a bajas velocidades, a tiempos de desplazamiento altos y a significativos niveles de deterioro ambiental; puede entonces decirse que es fácil llegar, pero es difícil tener acceso. Estadísticas de América Latina e incluso de Europa señalan que los tiempos de desplazamiento son en algunos casos superiores a los 60 minutos y por lo tanto, no puede hablarse de la ciudad de dimensión humana, como aquella cuyos desplazamientos más largos se realizan en 30 minutos (ATM, 2000); se requiere entonces una intervención diferente a la que tradicionalmente se han venido dando.

Además de ese círculo vicioso que se ha reforzado con la necesidad o el estilo de vida orientado a viviendas accesibles, espaciales y en áreas habitables adecuadas, se observa también que la congestión, la dificultad de acceso de los ciudadanos y el precio del suelo en las áreas céntricas, no es conveniente para los negocios, por lo que las empresas deciden instalarse o mudarse a la periferia con lo cual tanto los trabajadores como los usuarios de esos comercios o industrias sólo pueden acceder allí gracias a los modos motorizados, induciendo una mayor demanda de coches.

Pero este círculo dañino se debe exclusivamente a las tasas de motorización altas y por ende no es patrimonio sólo de los países desarrollados, algunas ciudades de América Latina como México, Bogotá o Lima, con tasas de motorización reducidas (menos de 100 coches por cada 1000 habitantes) y con un alto parque de transporte público, especialmente de autobuses (más de 3 vehículos por cada 1000 habitantes), no han dado tampoco respuestas adecuadas como se observa en las permanentes congestiones, las pérdidas de tiempo, los accidentes y las emisiones de contaminantes que describen una situación que en general puede considerarse peor a la de los países desarrollados (JICA, 1997; Hidalgo, 2003; Bull, 2003).

Se puede decir entonces, que el problema no sólo es de la motorización (demanda) o de la disponibilidad adecuada y oportuna de espacios y medios para la movilización (oferta) sino que involucra además a la disposición espacial de las actividades, al estilo de vida y por supuesto, una gestión o explotación pertinente de los recursos disponibles, que rompa esa espiral negativa y motive a los diversos actores (usuarios, empresas, gobiernos) hacia formas de actuación acordes con las necesidades y expectativas de la población, pero también con los recursos actuales y futuros, es decir, que sean sostenibles.

2.5 LAS ESTRATEGIAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE

De acuerdo con Sanz (1997) la movilidad y la accesibilidad pueden verse como conceptos sinónimos que en ocasiones se contraponen y cuya especificidad define los objetivos y las estrategias de actuación y por supuesto, su sostenibilidad. La movilidad se asocia con la facilidad de desplazarse o como indicador de los desplazamientos realizados (pasajeros-km, toneladas-km). La accesibilidad en cambio, es un concepto vinculado a los lugares, a la posibilidad de obtención del bien, del servicio o contacto requerido, desde un determinado lugar.

Si el objetivo del transporte es facilitar el movimiento de personas y mercancías, indudablemente la sostenibilidad se ha de procurar a través de la promoción de los medios y modos de transporte que faciliten los desplazamientos con un menor impacto ambiental y social. Pero si el objetivo del transporte es facilitar el acceso a bienes, servicios y contactos, la sostenibilidad puede repensarse a partir de la reducción de las necesidades de desplazamiento motorizado individual y del aprovechamiento del transporte público y de la capacidad autónoma de trasladarse que tiene el ser humano (*a pie* o en bicicleta). Esteban y Sanz (1996) identifican la accesibilidad con la

proximidad y por lo tanto con el menor gasto o consumo de recursos en desplazamientos.

Considerando que se está haciendo referencia a las áreas céntricas y densas de las ciudades, que las orientaciones se encaminan a la gestión de los recursos disponibles en vez de la construcción de nueva infraestructura, y dado que en muchas ciudades el 30% de los desplazamientos en coche son inferiores a 3,0 km y el 50% son inferiores a 8,0 Km (Rietveld, 2000; Mackett and Robertson, 2000), los planteamientos deben girar en torno a cómo promover el uso de los modos de menores impactos sociales y ambientales como el transporte público, el caminar y la bicicleta que responden muy bien para esas distancias y que tipo de instrumentos utilizar para evitar o reducir el uso del coche en esas zonas densas, sin que los usuarios vean alteradas las actividades que realizan cotidianamente. De acuerdo con Aparicio (1999), debe ser posible *civilizar* al coche, limitando su uso en las zonas densas y a cambio ofreciendo modos alternativos atractivos, a través de sistemas tarifarios integrados, tarifas atractivas, redes de vías ciclistas, zonas peatonales amplias, prioridad a los modos no motorizados, entre otros.

Esta forma de respuesta a la problemática del transporte urbano en el centro de las ciudades se enmarca en los principios de sostenibilidad y por ende, la mayoría de los objetivos coinciden con los descritos en Prospects (Minken et al, 2003; May et al, 2003) y que se relacionan en la tabla 2.14. Algunos de los cuales pueden ser discutibles o ir en contravía de otros. Se destaca por ejemplo la búsqueda de la eficiencia económica para los usuarios del sistema de transporte, la cual puede contraponerse en algunas ocasiones a la protección del medio ambiente o a la posibilidad de tener vecindarios habitables. En este caso y a pesar de que los usuarios buscan en primer lugar la maximización de su utilidad personal, debe considerarse a las externalidades y por lo tanto debe primar la visión de la sociedad en su conjunto (Castro y Mokate; 2003).

Ahora bien, para lograr esos objetivos se requiere el diseño y la aplicación de unas estrategias, que son “el conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento” y que de acuerdo con Prospects (May et al, 2003) se refieren a la aplicación conjunta de medidas que se refuerzan para la consecución de determinados objetivos.

Se desea entonces identificar y coordinar una serie de acciones que puedan generar sinergias y facilitar el cumplimiento de los objetivos que se han previsto y que de acuerdo con WCTRS (2004) se sintetizan en cuatro estrategias principales, que enmarcan el trabajo de la transferencia modal: Reducir la necesidad de viajar, reducir el uso del coche, mejorar el transporte público y potenciar la utilización de otros modos

alternativos, como la bicicleta o los desplazamientos *a pie*. Estos serán los elementos claves de esta tesis; es decir, cómo lograr que se produzca esa deseada transferencia modal y, sobre todo, cómo cuantificarla.

Tabla 2.14: Objetivos del mejoramiento del transporte urbano.

<i>Objetivos</i>	<i>Sub-objetivos</i>
Eficiencia económica	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar los beneficios para los usuarios del sistema.
Protección del ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de energía y evitar el cambio climático • Reducir la contaminación local y regional • Protección de áreas de patrimonio histórico y cultural. • Evitar la dispersión urbana. • Reducir la fragmentación y el efecto barrera • Reducción del ruido
Calles y vecindarios habitables	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la libertad de movimiento de los usuarios más vulnerables. • Alcanzar condiciones ambientales sosegadas en el entorno de las áreas residenciales.
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los accidentes de tráfico.
Equidad e integración Social	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer accesibilidad para quienes no tienen o usan coche y para las personas con movilidad reducida. • Promover medidas compensatorias para quienes tienen menor capacidad de pago o mayores costes.
Crecimiento económico	<ul style="list-style-type: none"> • Ser factor de crecimiento económico.

Fuente: Minken, H. et al. (2003)

Como se ha dicho, la demanda de transporte ha sido considerada como “derivada” y el patrón de viajes en la mayoría de las ocasiones es el resultado del deseo o de la necesidad de las personas de efectuar ciertas actividades, de la distribución espacial de estas y de las oportunidades para la realización de los desplazamientos requeridos.

Medidas en términos de demanda tienen que ver principalmente con cambios actitudinales, con la ubicación espacio-temporal de las actividades, con las tecnologías de información, con la gestión del espacio de circulación y de los aparcamientos, con la tarificación, con la promoción e integración de modos no contaminantes o con la restricción de los modos socialmente más costosos.

Al hablar de reducir la necesidad de hacer viajes, se entiende que “esos viajes” que se intenta eliminar causan más perjuicios a la sociedad, que los beneficios que se derivan

de su realización y por lo tanto, de esta forma se contribuye a los objetivos de maximización de la utilidad individual, de conseguir barrios más habitables, de seguridad, de eficiencia ambiental y por lo tanto a los objetivos de equidad intergeneracional y de crecimiento económico.

Frente a la reducción del uso del coche, se intuye que desde el punto de vista de la sociedad este modo ocasiona más costes que los demás y que por lo tanto, su desestímulo conlleva el cumplimiento de objetivos tales como la reducción de la contaminación local y global, la seguridad en las calles, la promoción de vecindarios habitables y el crecimiento económico.

En cuanto al objetivo de maximización de la utilidad individual, se cree que no es tan claro y de hecho al describir al hombre como *homo economicus*, se está considerando que actúa racionalmente y que por ende, elige de entre las opciones que percibe como disponibles, las que le reportan la máxima utilidad. El que se le restrinja o impida el uso del coche, será percibido por esos usuarios como más costoso.

El mejoramiento del transporte público tiene una fuerte relación con la estrategia precedente. La reducción en el uso del coche tendrá éxito si se ofrecen alternativas adecuadas en términos de accesibilidad espacial y temporal, comodidad, velocidad, fiabilidad, etc. Al igual que en el caso anterior, además de ofrecer alternativas a quienes no disponen de coche o a quienes sufren de movilidad reducida se aporta a los objetivos de reducción de la contaminación ambiental, de aumento de la seguridad, de mejorar la habitabilidad de los vecindarios y por supuesto de crecimiento económico.

Como en el caso anterior, la cuarta estrategia se refiere a mejorar otras alternativas de movilización y específicamente se encamina a la potenciación del uso de la bicicleta y de los desplazamientos *a pie*, que pueden producir similares o mejores efectos que los que produce el mejorar el transporte público, sin descartar, que de esta forma se está promocionando también el transporte público, pues en general no se concibe a estos modos alternativos como complementarios de los coches.

El resumen de la contribución de las diferentes estrategias al logro de los objetivos propuestos se percibe en la siguiente tabla, que es una adaptación de la guía Prospects (May et al, 2003) a la situación específica de los centros urbanos.

Tabla 2.15: Contribución de las Estrategias sostenibles a los objetivos de los centros urbanos

	Objetivos	Eficiencia	Ambiente	Barrios habitables	Seguridad	Equidad	Crecimiento Econ.
Estrategias	Reducir la necesidad de viajar	Δ	ΔΔΔ	ΔΔΔ	ΔΔΔ	—	—
	Reducir el uso del coche	—	ΔΔΔ	ΔΔΔ	ΔΔΔ	Δ	ΔΔΔ
	Mejorar el transporte público	ΔΔΔ	ΔΔΔ	ΔΔΔ	Δ	ΔΔΔ	ΔΔΔ
	Mejorar modos alternativos	ΔΔΔ	ΔΔΔ	ΔΔΔ	Δ	ΔΔΔ	—

ΔΔΔ = Alta Contribución

Δ = Posible Contribución

— = Sin Contribución

Fuente: May (2003).

De forma general se observa una amplia contribución de todas y cada uno de las estrategias a los objetivos señalados y a convertir ese círculo vicioso en virtuoso. Si bien las estrategias de reducción de la necesidad de viajar y de usar del coche son percibidas individualmente como inconvenientes, en términos ambientales, de habitabilidad de los barrios, de seguridad e incluso de crecimiento económico, pueden hacer aportaciones muy significativas.

Objetivos e Instrumentos

Teniendo presentes los objetivos que se desea lograr y las estrategias para su consecución, el paso siguiente es la identificación de los instrumentos con los cuales precisar esas estrategias. Existe un amplio rango de medidas, acciones o instrumentos que podrían contribuir al logro de los objetivos descritos. De acuerdo con WCTRS (2004) se hace referencia a una agrupación de esos instrumentos en cuatro categorías: Tecnológicos, regulatorios, de información e instrumentos económicos.

○ Tecnológicos:

Se relacionan con la disposición de nuevas y mejores infraestructuras, con nuevos y mejores vehículos y con la utilización de ITS (Intelligent Transport Systems). Se habla de aumento de la oferta vial en términos de más y mejor capacidad, con las consecuencias de menores costes de operación, de menor tiempo de viaje y de mayor comodidad - fluidez de los desplazamientos.

En los centros urbanos es difícil contar con espacios para nuevas infraestructuras y así mismo, si no se regula convenientemente el uso por los diferentes modos es posible que se estén favoreciendo los desplazamientos en coche privado y por lo tanto, un mayor deseo de viajar y una reducción en el uso del transporte público (Monzón, 2003b), que son contrarias a las estrategias buscadas. Debe pensarse más en las contribución que las nuevas tecnologías pueden hacer a la gestión de la información y a la discriminación de los costes en que incurren los usuarios.

○ **Regulatorios:**

Son instrumentos relacionados con la definición de quienes pueden hacer uso de las redes de transporte y bajo que condiciones lo pueden hacer. Entre esos instrumentos se destacan de acuerdo con la estrategia:

Instrumentos para ejercer un impacto sobre el uso del coche:

- Sistemas de Control y gestión del tráfico urbano
- Medidas correctoras de la accidentalidad
- Medidas para calmar el tráfico
- Restricciones físicas
- Restricciones regulatorias
- Controles al aparcamiento

Instrumentos para ejercer un impacto sobre el transporte público:

- Niveles de servicio
- Carriles para vehículos de alta ocupación
- Gestión de servicios de autobús
- Prioridades a los autobuses

Instrumentos para ejercer un impacto sobre modos alternativos:

- Prioridad y carriles especiales para peatones y ciclistas
- Provisión de aparcamientos para bicicletas
- Facilidades para el cruce de peatones y ciclistas.

○ **Instrumentos de información:**

Se refiere a la provisión a los usuarios actuales y potenciales de información que les permita mejorar el uso del sistema o disponer de alternativas adecuadas. Cubre un amplio espectro que va desde las señales estáticas de información de viaje, pasando por campañas de concienciación, hasta aplicaciones tecnológicas como alternativa al viaje. Desde usar la información para saber cual es la mejor vía para llegar a un destino determinado, hasta disponer de opciones de telecomunicación que eviten la realización del desplazamiento como el teletrabajo, las telecompras o la teleconferencia, por ejemplo.

○ **Instrumentos de carácter económico:**

Se hace mención al uso de precios, impuestos y tasas para influir sobre la utilización del espacio y la elección de los diferentes modos; De acuerdo con WCTRS (2004), se identifican ocho diferentes tipos de instrumentos financieros y en general puede hablarse de tasas por el uso de espacio para circular, para aparcar y/o para cruzar, tarifas o estructuras tarifarias para el servicio de transporte público o impuestos como los que se aplican al combustible o a la propiedad vehicular.

Sí como en los casos anteriores se evalúa la contribución de cada instrumento a la definición de las estrategias y por ende a la consecución de los objetivos, se observará que unos serán más pertinentes que otros y que algunos funcionarán mejor en determinados momentos, en determinadas ciudades e inclusive en determinadas zonas de una misma ciudad. De acuerdo con referencias como Prospects (May et al, 2003; Minken et al, 2003) y WCTRS (2004), los instrumentos principales frente a las estrategias previstas juegan el siguiente rol:

- Frente a la reducción de la necesidad de viajar, los instrumentos asociados con el uso del suelo y con la disposición de información son los más adecuados, pero en el centro de las ciudades es muy difícil la actuación en el primer tema: La densidad poblacional y de actividades, la herencia histórica y cultural, la tradición, entre otras, son barreras muy difíciles de derribar, las actuaciones se orientan hacia el tema de información y de tecnologías.
- En cuanto a la reducción del uso del coche, los instrumentos relacionados con la tarificación y con las campañas de concienciación pueden ser muy robustas. En

el primero caso cada vez hay más experiencias exitosas (Transport for London; 2003) y los avances en comunicaciones facilitan su implementación.

- Con respecto a las estrategias de mejoramiento tanto de los modos de transporte público como de los modos alternativos enunciados, los instrumentos que se han observado más adecuados son el de construcción y mejoramiento de las infraestructuras y el de gestión y control del tráfico, aunque medidas como la tarifación y la información pueden también jugar un rol muy importante.

La puesta en práctica de los instrumentos pertinentes demanda un análisis preciso y detallado que describa desde el punto de vista de la sociedad, cuales son las características de cada modo y las particularidades de su uso, cómo son los beneficios y costes, que alternativas o estrategias de cambio se podrían implementar y que resultados se podrían obtener con su implantación. A esas tareas así descritas y en el ámbito de la transferencia modal desde el coche hacia modos más sostenibles, se orientan los próximos capítulos.

2.6 SÍNTESIS

De acuerdo a lo expresado en relación con la evolución que han tenido la ciudad, el sistema de actividades y los sistemas de transporte, se puede señalar que:

1. Existe una fuerte relación entre el desarrollo económico, la urbanización de la población, las tasas de motorización y las demandas de transporte, variables que han crecido fuertemente en las últimas décadas. Si se considera a la ciudad ideal o “de dimensión humana”, como aquella en la cual los desplazamientos medios emplean 30 minutos, el aumento de la velocidad del transporte, permitirá que el tamaño de la ciudad crezca y de esa forma, la población se disperse y utilice intensivamente modos individuales como el coche.
2. La especialización y coste del suelo, el crecimiento económico, la reducción de los costes relativos del coche y los aspectos sociales y culturales, refuerzan la compra y uso del vehículo particular. Con esta posición de dominancia, el coche reemplaza modos alternativos como el ir *a pie*, la bicicleta o el transporte público, induce viajes adicionales y, promueve la dispersión de la población. Todo esto supone un consumo creciente de energía, mayores índices de

accidentalidad, impactos negativos sobre el medio ambiente y, por supuesto, un deterioro de la calidad de vida y de la competitividad económica.

3. Desde el punto de vista de la sociedad y en las zonas más densas, los modos motorizados de carácter individual, como el coche, han sido identificados como más costosos que el transporte público colectivo, la bicicleta o los desplazamientos *a pie*. Desde el punto de vista privado, la percepción es diferente y una muestra significativa de esa situación es el denominado círculo vicioso del transporte, de acuerdo con el cual, la población soluciona sus problemas a costa de un empeoramiento general.
4. En el marco del denominado transporte sostenible y considerando que debe primar el interés público o de la comunidad frente a los intereses individuales, la intervención de las administraciones es fundamental para reducir las diferencias entre lo que percibe la sociedad y lo que perciben los usuarios y por supuesto para aplicar estrategias orientadas a reducir las necesidades de viajar, a utilizar menos el coche y a potenciar la utilización de los modos de transporte público y los no motorizados, que son los que menores impactos negativos causan al medio ambiente.

3. VARIABLES RELEVANTES PARA EL CAMBIO MODAL

3.1 INTRODUCCIÓN

En general las políticas urbanas se han orientado a mantener y en lo posible a aumentar la velocidad de los desplazamientos y en ese sentido, cada vez las ciudades cuentan con más y mejores calles, carreteras y autopistas, lo cual ha contribuido al crecimiento espacial de la ciudad, a la dispersión y al alejamiento de la población de las zonas densas, que tradicionalmente han concentrado las actividades institucionales, los servicios, las viviendas y el patrimonio histórico y por ende, se han aumentado las distancias y las necesidades de viajar.

Con el aumento de la urbanización y la disminución de la densidad habitacional se han dado importantes cambios en la utilización de los modos de desplazamiento: Una reducción significativa de los viajes *a pie*, en bicicleta o en transporte público y a cambio, un crecimiento sostenido de la utilización del coche (Newman and Kenworthy, 1989). Pero, la utilización de este no se asocia sólo con las grandes distancias, pues, de acuerdo con Mackett (2000; 2001) más del 70% de los viajes en países como Inglaterra son inferiores a ocho km y de ellos, más de la mitad se realizan en coche y sólo un 2% en bicicleta, que podría ser una alternativa razonable en términos de tiempo y coste (Buckingham et al, 1994). En distancias inferiores a dos km parece que el modo más adecuado sería el caminar, pero así mismo se observa cada vez menos caminantes y más coches recorriendo esas longitudes.

Ahora bien, un sencillo análisis de la demanda de viajes, establece que el principal motivo para viajar es el deseo de participar en una serie de actividades fuera de casa a través de las cuales se espera satisfacer determinadas necesidades, requerimientos y obligaciones (figura 3.1) y que como dice Gruden (2003), *“hoy más que nada y más que antes, la movilidad es la clave de la sociedad: no hay vida sin movilidad”*.

En un lugar determinado y con un sistema de transporte particular, los hogares tienen una demanda latente o aparentemente inactiva de viajes, que depende o puede ser afectada por las modificaciones que se realicen u ocurran en el sistema de actividades y en el ambiente mismo (Garling et al, 2000; Van Wee, 2002). Esa demanda latente es satisfecha por la población a través de sus elecciones de viajes (demanda actual o manifiesta), considerando las restricciones, las preferencias y los costes percibidos y

teniendo en cuenta la existencia de un sistema de transporte con unas características y particularidades determinadas.

Cuando se están examinando y evaluando opciones o alternativas es fundamental explicar el punto de vista desde el cual se realizan esas acciones, pues algunos aspectos que pueden ser beneficiosos para unos, pueden ser perjudiciales para otros o indiferentes para unos terceros (Mokate; 2004, Fontaine, 1999). En el transporte como en muchos otros sectores es fácil encontrar varias formas de agrupación y muchos intereses. Guerrero (2003) hace una distinción de seis categorías:

- La colectividad o sociedad en su conjunto,
- El sistema de transporte,
- El modo de transporte,
- El medio de transporte,
- la categoría de vehículos y,
- La categoría de usuarios.

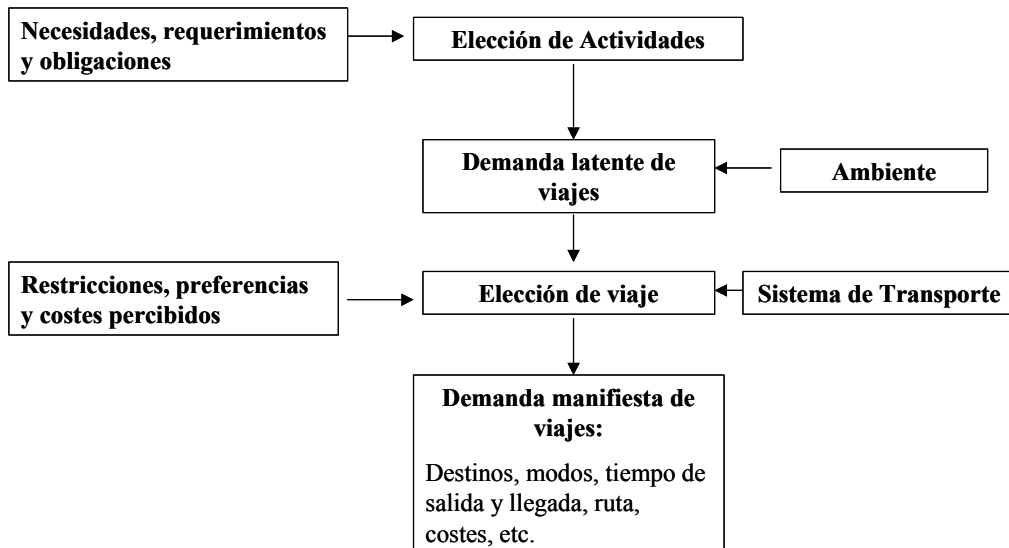


Figura 3.1. Determinantes de la demanda de viajes

Fuente: Garling et al. (2000)

Así, la sociedad agrupa a toda la población que hace parte de ella, engloba a todas las demás categorías y soporta por ejemplo todos los costes y beneficios tanto internos como externos que son producidos por sus miembros o por agentes externos a ella y de acuerdo con el ámbito de estudio, podrá hacerse referencia a la ciudad, a la región o al país.

La segunda categoría, el sistema de transporte, permite especificar dentro de la sociedad todo cuanto se relaciona con el sector, separar a las infraestructuras, modos de transporte y flujos del sistema de actividades y así, por ejemplo hacer referencia a los usuarios y a los no usuarios.

Las categorías denominadas como medio, modo, vehículo y tipo de usuario, responden a clasificaciones internas al sistema de transporte que permiten identificar las características y tecnologías que subyacen a las diferentes alternativas de movilización y por supuesto a quienes demandan su uso.

Los demandantes del servicio – usuarios-, en una economía de mercado eligen o deciden cuanto de transporte desean adquirir, de qué tipo y en qué condiciones, dependiendo de las alternativas que perciben como disponibles, de los costes de estas (costes generalizados que incluyen el tiempo, la comodidad y otras variables de carácter subjetivo) y de la utilidad que estiman que pueden obtener de ellas en un proceso que el analista o el evaluador supone como “racional”.

El hecho de que un usuario elija una alternativa de transporte que él considera (o que el evaluador o analista supone) que le provee la mayor utilidad o satisfacción, no significa que sea la opción o alternativa de mayor satisfacción o utilidad para la sociedad (Varian, 1998; Fontaine, 1999), que además está conformada por usuarios y no usuarios y que unos y otros tienen diferentes expectativas, aspiraciones, niveles de renta, percepciones, disposición a pagar, etc.

Las decisiones de viaje y elección modal se basan en el coste que cada individuo paga o percibe y no en el coste que “sufre” o percibe la sociedad. Así, es posible que se tomen en cuenta solamente los costes incurridos en el momento del viaje, como por ejemplo los pagos de peajes, de aparcamiento y el tiempo si se viaja en coche, los costes tarifarios y de tiempo si el desplazamiento es en transporte público y los costes de tiempo si se camina e inclusive si se usa la bicicleta. Para efectos de la evaluación socioeconómica habrá que adicionar para cada modo en competencia, el valor total de los costes directos, independientemente de que sean fijos o variables, el valor de los

costes indirectos y por supuesto, el valor de las externalidades de su utilización (Mayeres, 2002).

De esta forma, entra en juego lo que se ha dado en denominar “el interés público” o el “interés general”, que por supuesto, debe primar sobre los intereses particulares y que exige que la administraciones públicas jueguen un papel activo y tomen decisiones para favorecer a los grupos en desventaja, para evitar y corregir desequilibrios, para promover la sostenibilidad y para apoyar la competitividad, principalmente. De acuerdo con encuestas de opinión, en Francia alrededor del 80% de los ciudadanos son conscientes de los efectos adversos del tráfico de coches y esto arroja resultados similares en muchos otros países. Sin embargo, esas mismas encuestas señalan que el 82% de la población está convencida que las ventajas ofrecidas por los coches son mayores que los impactos negativos (Gruden, 2003), esto señala el serio problema del punto de vista individual, que está interesado en disfrutar de los beneficios, pero que no está igualmente dispuesto a sufragar los costes.

Desde el punto de vista de la sociedad o la colectividad, como se observó al presentar el círculo vicioso del transporte y como se puede ver en la comparación siguiente, el uso actual y esperado del coche en las ciudades no es adecuado y pertinente y se requiere plantear estrategias para que se estimule la transferencia de usuarios a aquellos modos que sin afectar el sistema de actividades, causen menos accidentes, ocupen menos espacio, utilicen menos energía, demanden menos recursos y produzcan menos efectos sobre el medio ambiente.

Entre los referentes de comparación de los modos de transporte en competencia y que de entrada, no son percibidos directamente por quienes eligen uno u otro modo, se puede mencionar principalmente a la eficiencia energética, al consumo de espacio, a la emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2) y a la emisión de contaminantes ambientales como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), algunos compuestos orgánicos volátiles (VOC), el dióxido de azufre (SO_2), y las partículas, principalmente.

- Eficiencia energética:

El transporte es un gran consumidor de energía final. En la Unión Europea por ejemplo, este sector utiliza más del 32% de la energía total (Alfayate, 2004) y en España se contabiliza en alrededor del 41% (Ministerio de Fomento, 2004) y se espera que continúe creciendo a tasas anuales del 5% (Ministerio de Medio Ambiente, 2004a),

entre otras razones por el constante aumento de la motorización, por la realización de viajes de mayor longitud (suburbanización), por las mayores velocidades de desplazamiento y por la tendencia a usar vehículos de mayor potencia. De acuerdo con Eurostat (EC, 2003, EC, 2004b), mientras en los últimos siete años el consumo de energía por parte del transporte aumentó un 15% en la Unión Europea, en España ese aumento llegó al 33%, más del doble del promedio de toda la región.

En cuanto a la distribución modal, más del 80% de los consumos de energía del sector se deben al tráfico rodado y de esos, la mitad se asigna al tráfico urbano y mayoritariamente al coche, pues estimaciones realizadas calculan en un 2% los consumos asociados con el transporte público.

Una descripción de los consumos medios de energía se muestra en la tabla 3.1, según la cual el coche consume entre cuatro y 10 veces más que el transporte público por unidad de referencia y que no decir frente a otros modos como la bicicleta o la marcha *a pie*. La Unión Internacional de Transporte Público (UITP), señala que el transporte público con tasas de ocupación de sólo el 25% es tres o más veces más eficiente en el consumo energético que los coches (Vivier, 1999).

Tabla 3.1: Consumo energético por modo de transporte.

Modo	Consumo Megajoules/pasajero-km	Eficiencia cualitativa
Bicicleta	0,06	Muy eficiente
A pie	0,16	Muy eficiente
Tren	0,35	Eficiente
Autobús urbano	0,58	Eficiente
Motocicleta	1,00	Poco eficiente
Coche pequeño (< 2,0 l.)	2,26 - 2,98	Poco eficiente
Avión Boeing	2,80	Poco eficiente
Coche > 2,0 l	3,66 a 4,66	Muy ineficiente

Fuente: Ajuntament de Barcelona (2004)

- Eficiencia espacial:

Como se observa en la tabla 3.2, los modos requieren diferentes cantidades de espacio para proveer una unidad de transporte. Así, quien menos demanda espacio es el peatón que frente a los coches requiere alrededor de ocho veces menos área por cada viajero transportado. Los centros de las ciudades, especialmente de las anteriores al

siglo XIX, cuentan con espacios muy limitados para las infraestructuras de transporte por lo que opciones como la marcha *a pie*, la bicicleta y el transporte público se perciben como las adecuadas.

Tabla 3.2: Área ocupada por los diferentes modos de transporte en España.

<i>Modo</i>	<i>Área/vehículo para aparcar (m²)</i>	<i>Pasajeros en hora punta</i>	<i>Área/pasajero en reposo (m²*h)</i>	<i>Área/pasajero en movimiento (m²*h/km)</i>
A pie	0,3	1,0	0,3	0,4
Bicicleta	1,5	1,0	1,5	1,5
Coche	10,0	1,3	8,0	2,4
Autobús urbano	30,0	30,0	1,0	0,3
Tren urbano				0,7

Fuente: Alonso, J. (2004)

En ese mismo ámbito, y teniendo en cuenta características del tráfico, Bayliss (2000) obtiene para el caso de Inglaterra resultados similares en términos relativos. Dada la velocidad, la bicicleta es la más eficiente y en cuanto a los autobuses y dependiendo de si se mezclan o no con el tráfico, su uso de espacio puede ser entre cuatro y ocho veces más eficiente que el del coche, diferencia que aumenta hasta unas 30 veces si el coche dispone de aparcamiento reservado en el destino (ver tabla 3.3).

Tabla 3.3: Consumo de espacio en transporte urbano en Inglaterra

<i>Modo</i>	<i>Espacio Consumido (m²*h/pasajero -km)</i>
A pie	0,20
Bicicleta	0,10
Coche	1,00 (4,7 si incluye aparcamiento en destino)
Autobús en carril reservado	0,30
Autobús en tráfico mixto	0,13
Tren Suburbano	0,13

Fuente: Bayliss (2000).

Otras fuentes como la UITP (2001) y considerando un viaje medio de 10 km por sentido, señala que el caminar o el transporte público colectivo pueden ser entre 30 y 90 veces más eficientes en el uso del espacio que el coche, dependiendo si los viajes son de compras o de trabajo.

Desde el punto de vista de las externalidades, se hace mención tanto a la pérdida de espacio por parte de algunos modos que previamente disponían de él (bicicleta o

caminar), como al denominado efecto barrera, que exige mayores desplazamientos o la imposibilidad de acceder a otros lugares, como cuando se desea cruzar una autopista de circunvalación, por ejemplo, en donde se deberán utilizar puentes o túneles para el cruce o se deberán dejar de realizar esos desplazamientos, en razón de las infraestructuras, lo cual resulta paradójico.

Así y dadas las cada vez mayores dificultades para disponer de espacio tanto para las infraestructuras de transporte, como para otros usos como la vivienda o la agricultura, las administraciones no pueden ser indiferentes y deben plantearse el favorecer a esos modos de transporte que minimizan las necesidades espaciales.

- Contaminación Atmosférica

Posiblemente el efecto ambiental más importante del transporte sea la emisión de contaminantes por sus importantes daños sobre un sinnúmero de receptores como los seres humanos, la flora, la fauna y los materiales y construcciones (Friedrich and Bickel, 2001) y en un ámbito de influencia que va desde lo local hasta lo global. Se habla de cuatro problemas asociados a la emisión de contaminantes: El cambio climático al que se hará referencia más adelante, la acidificación y eutrofización, la emisión de precursores de ozono troposférico y el agotamiento del ozono estratosférico (Ministerio de Medio Ambiente, 2004b).

El estudio de las emisiones del transporte se inicia en California en la década de 1940 y en Europa 20 años más tarde, por el impacto del monóxido de carbono sobre la salud humana, de manera que en la década de los años 70 se inician las limitaciones a la emisión y las certificaciones de impacto ambiental. En la década siguiente se ponen de relieve otros gases que no afectan directamente la salud pero que ejercen un fuerte efecto sobre la atmósfera y que genéricamente se denominan gases de efecto invernadero, entre los que sobresale el dióxido de carbono (CO₂) y su fuerte y estrecha relación con el uso de combustibles fósiles.

Los efectos se relacionan estrechamente con las condiciones del tráfico (velocidad, fluidez, índice de saturación), con las características del parque automotor (tecnología, uso, edad, potencia, mantenimiento, tipo de combustible), con la población afectada (densidad, edad, sensibilidad) y con las condiciones físicas de la zona de influencia (temperatura, clima, régimen de vientos).

Algunos contaminantes como el monóxido de carbono (CO), el óxido de nitrógeno (NO), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y ciertos hidrocarburos (HC), tienen una vida muy corta (de pocos minutos a meses) y una influencia típicamente local y, otros como el CO₂ o el metano, permanecen por varios años e inclusive siglos, contribuyendo al efecto invernadero y a la reducción de la capa de ozono, entre otros (Gruden, et al., 2003).

El CO es un gas tóxico incoloro e inodoro, que se genera por la combustión incompleta debido a la ausencia de oxígeno. Su inhalación inclusive a bajas concentraciones puede ser letal. Se convierte en CO₂ en presencia de abundante oxígeno. En general se hace referencia a que el tráfico rodado contribuye con más del 60% de las emisiones de este gas y que a los coches se debe aproximadamente el 44% a pesar de que los catalizadores han favorecido una reducción media de aproximadamente un 70% por coche.

Los hidrocarburos son así mismo generados por la combustión incompleta de los combustibles fósiles y por la evaporación de solventes y agentes limpiadores del petróleo. Las emisiones desde fuentes antropogénicas en la Unión Europea muestran una tendencia decreciente, asociada en el caso de los coches al uso de catalizadores, que han permitido que en Alemania por ejemplo, en un periodo de 10 años se hayan reducido a una cuarta parte (Gruden et. al., 2003).

Los óxidos de nitrógeno (NOx), hacen referencia a nueve diferentes compuestos de nitrógeno, que son relativamente estables a temperatura normal. Son gases incoloros que pueden causar irritaciones. El dióxido de nitrógeno se forma en el ambiente a partir del monóxido de nitrógeno, puede producir gran irritación y se divide formando alcanos. Al tráfico se le responsabiliza de más del 40% de este tipo de emisiones pero como en los casos anteriores, con tendencia a la baja.

En cuanto se refiere a la partículas (PM), la intensidad de su efecto se asocia con la abrasión de los pavimentos, el desgaste de las llantas, de los frenos, del embrague y especialmente con el proceso de combustión y se asigna a estas un alto grado de toxicidad y un fuerte impacto sobre las vías respiratorias. Paradójicamente, gracias a la disposición de mejores sistemas de contención, la emisión de partículas de mayor tamaño se ha reducido, pero a cambio se ha experimentado un crecimiento en la emisión de las partículas más pequeñas, que son más nocivas y a las que más se relaciona con el tráfico rodado (se hace referencia a una participación del transporte del 25% en el caso de las PM_{2,5} y del 50% en el caso de las PM_{0,1}). En Europa se habla

de una reducción del 20% en los últimos 15 años, por lo que aún hay una gran tarea pendiente.

Algunos valores de contaminación media establecidos como referencia para Londres se muestran en la tabla 3.4 y que en términos relativos pueden hacerse extensivos a otras ciudades. El transporte público emite mucho menos que los vehículos mecanizados y que no decir de modos alternativos como el caminar o la bicicleta. Para el caso de la región de París la UITP ha estimado que los autobuses emiten alrededor de 20 veces menos CO y cuatro veces menos partículas que los coches por cada pasajero transportado (Vivier, 1999).

Tabla 3.4: Tasas de emisión (g/viajero – km) en Londres (1995)

<i>Modo</i>	<i>Autobuses</i>	<i>Coches</i>	<i>Taxis</i>	<i>Motocicletas</i>	<i>Metro</i>
CO ₂	77,00	165,00	330,00	115,00	91,00
CO	1,42	12,85	2,00	8,93	0,03
HC	0,40	1,50	0,40	1,10	0,00
NO _x	1,20	1,40	1,60	1,00	0,30
SO ₂	0,10	0,08	0,43	0,06	0,15
Partículas	0,11	0,05	0,25	0,04	0,01

Fuente: Bayliss (2000).

Esas emisiones se han reducido drásticamente en los últimos 15 años gracias a las gasolinas sin plomo, a la introducción de catalizadores, al mejoramiento de la tecnología de los motores (sistemas de inyección, filtros de partículas por ejemplo) y a la introducción de combustibles con menos sulfuros. Cambios estos que se reflejan en la evolución de los estándares de emisión entre las tecnologías Euro I y Euro IV que se muestran en la tabla 3.5, pero que siguen ejerciendo impactos significativos en razón al crecimiento sostenido de la motorización y la intensificación en el uso del coche.

Tabla 3.5: Cambio en los estándares de emisión de contaminantes en Europa.

<i>Contaminante</i>	<i>Estándar Euro I (g/km)</i>	<i>Estándar Euro IV (g/km)</i>	<i>Reducción Porcentual</i>
CO	4,05	0,50	87,6%
NO _x	0,49	0,08	83,7%
VOCs	0,66	0,05	92,4%
PM _{2,5}	0,14	0,025	82,1%

Fuente: EC (2003)

- El efecto invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural gracias al cual ciertos gases de la atmósfera terrestre absorben el calor que emite la tierra, permitiendo el mantenimiento de una temperatura adecuada para el desarrollo de la vida. Pero, algunos gases magnifican ese efecto provocando un aumento de las temperaturas medias, que es conocido como cambio climático y que puede ocasionar aumentos en el nivel del mar, retroceso de los glaciares, alteración de las precipitaciones y otros fenómenos meteorológicos extremos, con consecuencias aún impredecibles.

Con la intensidad de ese cambio climático que se está observando en los últimos años y que afecta principalmente a la salud, a la agricultura y a los bosques, se percibe una mayor sensibilidad por los factores causantes de dicho efecto, entre los cuales se considera al transporte en general y el coche en particular.

El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los principales responsables, pero el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y fluorados como los hidrofluorocarburos (HFC) tienen también una participación significativa. Al transporte se le asigna una alta cuota de responsabilidad en las emisiones antropogénicas de estos gases, la cual además es creciente frente a sectores como la industria, que ha sido capaz de mejorar la eficiencia y de sustituir fuentes de energía. A propósito, el Libro Blanco del Transporte (EC, 2001) señala que en la Unión Europea el 28% de las emisiones de CO_2 se deben al transporte y que de continuar la tendencia actual, esa participación superará el 40% antes del 2010, situación que es totalmente contraria a las metas previstas por el protocolo de Kyoto.

El CO_2 es un producto de la combustión y de la descomposición anaerobia de sustancias orgánicas. Es inodoro e incoloro y puede estar inerte en la atmósfera. No es tóxico, pero debido a su alta densidad que excede la del aire puede producir sofocación. A partir de mediados de los ochenta se ha puesto mucho énfasis en este y otros gases que en principio no afectan la salud humana, pero que de acuerdo con la intensidad de las emisiones, ejercen un cambio en la concentración de sustancias en la atmósfera de la tierra (la concentración de CO_2 ha crecido en un 0,5% anual desde los años 50), contribuyendo al denominado efecto invernadero.

La importancia del CO_2 en este caso, se relaciona con tres aspectos: su perdurabilidad, que lo hace estable años e incluso siglos, el crecimiento y uso de los transportes motorizados y la dependencia de combustibles fósiles, con los cuales hay una relación

directa y estrecha. De acuerdo con Gruden et al. (2003), la participación de las fuentes antropogénicas en la emisión global es del orden del 3,5% y la responsabilidad del transporte puede estar en torno al 18% e incluso al 28% como lo señala el libro blanco del transporte (EC, 2001), lo que indica que del total de emisiones de CO₂, el transporte puede estar aportando un 1,0% que es un valor bajo pero que crece fuertemente y que puede ser el causante del desequilibrio.

Con la mayor eficiencia en el consumo de combustibles y el mejoramiento tecnológico de los motores, las emisiones de CO₂ del transporte se han reducido desde los 382 g/veh-km en los años setenta hasta los 199 g/veh-km después del año 2000, a pesar de lo cual las emisiones totales apenas han reducido su crecimiento e inclusive en algunos países de Europa como Portugal, Grecia o España han continuado su ritmo ascendente. En el caso de España, por ejemplo, de acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente (2004b), en los últimos 10 años las emisiones han aumentado en aproximadamente un 45%, lo cual se asocia de forma directa y precisa con un aumento de la motorización y del tráfico rodado.

Desde el punto de vista comparativo, Kennedy (2002) en referencia al caso de Toronto en Canadá, señala que el coche produce del orden de 10 veces más volumen de gases de efecto invernadero que los que producen los modos alternativos como el transporte público, cifra que es corroborada por la UITP (Vivier, 1999) de acuerdo con un estudio particular realizado para el caso de la región de París.

- Accidentalidad

Los accidentes del transporte son una de las mayores causas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial y principalmente en los países desarrollados en donde es la primera causa de muerte para la población de menos de 45 años (EC, 2003).

En la Unión Europea las cifras son muy dicientes, de acuerdo con el Libro Blanco sobre la Política de Transportes de cara al 2010 (EC, 2001), cada año más de 40.000 personas mueren y más de 1,5 millones resultan heridas como consecuencias de los accidentes de carreteras. Los costes mensurables de los accidentes de circulación ascienden en esa región a cerca de 45 000 millones de euros cada año y los costes indirectos asociados (incluidos los perjuicios físicos y morales de las víctimas y sus familiares), se estiman entre tres y cuatro veces los anteriores, es decir, alrededor de unos 160.000 millones de euros, el equivalente a un 2% del PIB de la Unión Europea.

Desde el punto de vista modal, se considera que unos modos de desplazamiento son más propensos que otros a la accidentalidad; De acuerdo con datos de la Unión Europea (EC, 2003), el número de muertos por cada 1000 millones de viajeros-km en el caso de la carretera es del orden de 10 (ha descendido desde más de 40 en los años 70), cifra que es más de 20 veces la que sufren los ferrocarriles de viajeros, que no llegan a tener una víctima fatal por cada 1000 millones de viajeros -km. Un resumen de cuanto sucede al interior de la carretera se muestra en la figura 3.2, donde al coche se le achaca gran parte de esa responsabilidad, que afecta de forma significativa a otros usuarios más vulnerables de esa vialidad, como los ciclistas o los peatones.

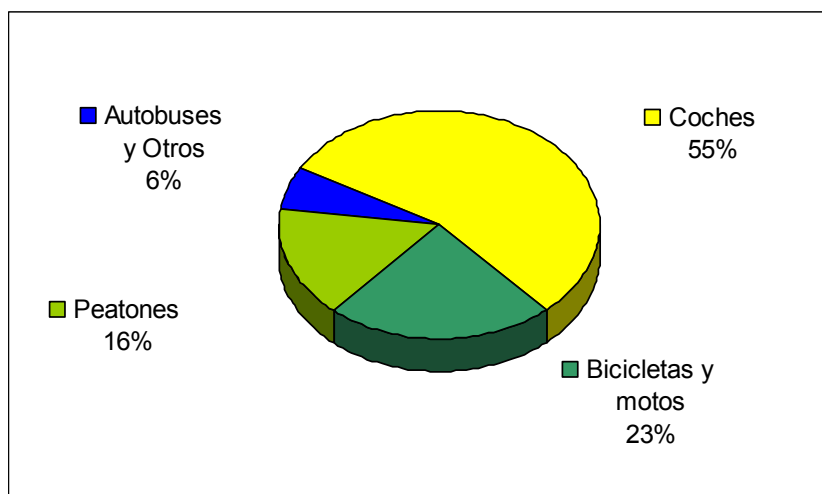


Figura 3.2 Los accidentes de carretera por tipo de usuario en Europa. Año 2000

Fuente: Panorama of transport (EC, 2003)

Este mismo tipo de análisis y siempre teniendo en cuenta el volumen de viajeros puede realizarse para otras variables como por ejemplo, los que tienen que ver con la emisión de ruido o con los efectos barrera que crean los flujos de tráfico, que son factores que no están siendo adecuada y justamente considerados en los costes que los diversos modos de transporte causan a la sociedad y que exigen la realización de una discriminación.

3.2 LAS DIFICULTADES Y POTENCIALIDADES DEL CAMBIO MODAL

La posibilidad de transferencia de unos modos a otros depende fuertemente de las características de esos modos, de los usuarios y del contexto social, económico y ambiental en que se inscriben las actividades y los individuos.

Si se compara el transporte privado con el transporte público se encuentra que la mayoría de los indicadores favorecen la presencia del transporte público, pero es posible que haya unos pocos indicadores “claves” que están favoreciendo el transporte privado y que de esta forma están sesgando u orientando la elección modal. Un ejemplo típico es el los indicadores de Barcelona (ATM, 2000) que se observan en la tabla 3.6 en donde los dos en los que es mejor el transporte en coche son el tiempo y los costes directos (incluidos los carburantes), que posiblemente sean los únicos relevantes desde el punto de vista de los usuarios, pues son los que se perciben cotidianamente y otros como las externalidades, no son adecuadamente interiorizados.

Tabla 3.6: Indicadores de transporte público y privado en Barcelona en 1998

INDICADORES	Transporte Público	Transporte privado
Carburante (l/100 viajeros-km)	3,61	8,52
Heridos /10 ⁸ viajeros-km	6	225
Muertos/10 ⁸ viajeros-km	0,2	4,3
Costes directos (€/viajeros-km)	0,064	0,045
Ocupación del espacio (m ² /persona)	2 a 28	6 a 60
Emisiones CO ₂ (€/viajero-km)	0,0032	0,0100
Contaminación atmosférica (€/viajero-km)	0,0025	0,0088
Contaminación acústica (€/viajero-km)	0,0050	0,0126
Tiempo (minutos/viajero-km)	3,27	2,44

Fuente: ATM (2000)

La dependencia de modos como el coche se entiende como estructural cuando se debe usar porque no existen otras alternativas económica y socialmente viables, como ocurre en las horas de la noche, en lugares aislados y en el caso de personas con movilidad reducida, pero también puede identificarse esa dependencia como consciente, en la cual se usa el coche, pero podría usarse otra alternativa sin dificultad alguna.

De acuerdo con Halden (2003) las principales barreras o problemas para conseguir un cambio modal del coche a los otros modos se pueden clasificar como factores críticos o

duros y factores accesorios o suaves, pero que podrían ser identificados como factores objetivos y factores subjetivos respectivamente.

Factores críticos o duros:

- Ausencia de opciones prácticas.
- Elevado tiempo de viaje a pie, en bicicleta y en transporte público.
- Desconfianza en la regularidad de los servicios de transporte público.
- Coste de uso del transporte público.

Probablemente de estos factores los que ejercen mayor influencia sean el tiempo y el coste de desplazamiento y puede ocurrir que para algunos viajes, las alternativas al coche no existan o no sean competitivas, como el caminar o el usar la bicicleta en los viajes largos o cuando se llevan paquetes grandes o pesados, o el desplazamiento de las personas con discapacidades, por ejemplo.

Ahora bien, es posible que el coste del desplazamiento no sea tan elevado en los modos alternativos e igualmente que la valoración del tiempo de viaje sea sólo de carácter subjetivo y que a través de ella se estén reflejando otras consideraciones menos directas como las incomodidades o la pérdida de intimidad, por ejemplo. En el estudio de caso se intentará comparar las distancias y los tiempos de viaje en cada uno de los desplazamientos y se demostrará que en un buen número de ocasiones, los modos alternativos son más competitivos de cuanto a simple vista parece.

Por otra parte, en investigaciones sobre el comportamiento de las personas respecto del transporte se ha observado que la fiabilidad es un factor con gran influencia en las decisiones sobre el uso de uno u otro modo, lo cual pocas veces hace parte de las consideraciones. Si por ejemplo, los trabajadores no pueden asegurar a qué horas llegarán a su destino, lo más probable es que intenten cambiar sus elecciones y el cambio del modo de transporte será una de las prioridades, frente a otras opciones como el cambio del lugar de trabajo o de residencia. En general, el incumplimiento de la programación se asocia exclusivamente con los transportes públicos a pesar de que compartan la vialidad con los coches y de que sufran los mismos problemas de demoras y congestiones, pero es difícil encontrar referencias sobre problemas similares en estos últimos, lo cual es posible que se minimice gracias a esos otros factores

subjetivos como la privacidad y comodidad y al hecho aparente de poseer el “control” de la situación, lo cual en el transporte público ha sido cedido.

Factores accesorios o suaves:

- Ausencia de información sobre el transporte público y los modos alternativos.
- Incomodidad y hacinamiento en el transporte público y ambiente inadecuado para el desplazamiento caminado o en bicicleta.
- Necesidad de independencia y control.
- Disgusto por la espera.
- Conveniencia y disponibilidad de opciones provistas por el coche, tales como la ruta de viaje y la posibilidad de realizar otras actividades.
- Necesidad de privacidad y posibilidad de realizar algunas actividades mientras se viaja: oír música, pensar, conversar.
- Disfrutar el viaje como un fin en sí mismo.
- Percepción de mayor seguridad personal.
- Disfrutar de beneficios tales como subsidios por viajar en coche, disposición de aparcamiento gratis o políticas de empleo sólo para quienes cuenten con este modo de transporte.
- Posibilidad de expresión de la personalidad a través de aspectos como el estilo de conducción o la clase de coche que se conduce.
- El uso del coche como oficina portátil o casa móvil.

En este caso las barreras se asocian principalmente con las características de los usuarios y/o con las características del modo, que complementan o se anteponen a los factores objetivos a que se hizo referencia antes. La independencia, la privacidad, la velocidad, la conveniencia y el control, son actitudes que pueden influir positivamente en la dependencia del coche.

De acuerdo con el tipo de viaje, se hace referencia a desplazamientos dirigidos y no dirigidos, entendiendo los primeros como aquellos que obedecen a una demanda derivada del sistema de actividades, y los segundos como una actividad en sí mismos, cuya descripción puede ser más compleja. Sin embargo, todos los desplazamientos deben tener una razón o motivo pues de otra forma, no se realizarían. La dependencia del coche y por tanto la oposición al cambio modal pueden presentarse porque una parte del valor del desplazamiento está relacionado con el disfrutar del modo y no tanto con el llegar a un destino, teniendo lugar una retroalimentación que induce nuevos o mayores desplazamientos (Mokhtarian and Salomon, 2001).

Por otra parte, se observa una gran complejidad en la formación de la cadena de viajes. Así, por ejemplo, en los viajes denominados de “commuting” (pendulares entre el

hogar y el sitio de trabajo), las personas pueden adicionar algunas paradas para realizar compras o visitar amigos. Se ha observado que el encadenamiento puede ser más frecuente y más complejo cuando se usa el coche que cuando se usa el transporte público, y esto hace más difícil el cambio de modo, pues de otra forma el usuario requerirá reestructurar los desplazamientos e inclusive sus actividades en cadenas más simples (Hensher and Reyes, 2000; Jones, 1996).

Ahora bien, Twuijver et al (2004), ponen al mismo nivel de los factores definidos como duros, las actitudes y percepciones, las motivaciones, la disponibilidad y la composición de los hogares y refuerza lo expresado por Kitamura (1997), en relación a que las variables actitudinales explican en una alta proporción la variación de los viajes y que las variables socioeconómicas y demográficas son más importantes que las características de uso del suelo.

En primer lugar una parte de la elección modal en los viajes cortos está influenciada por los *hábitos*, no es que el usuario siquiera se plantee la elección; el coche está disponible y entonces habrá que usarlo. Esos hábitos son difíciles de cambiar ya que son el resultando de comportamientos frecuentes y consistentes (Jakobsson et al, 2002). Las modificaciones podrán darse en el largo plazo a partir de cambios en la localización de las actividades o en el estilo de vida, que impliquen una fase sensible en la cual se atienda más fácilmente a nueva información, dándose un proceso de “raciocinio” sobre la forma como se enfrenta a la toma de decisiones (Bamberg et al, 2003).

En cuanto a las *actitudes* y *percepciones*, la literatura señala una relación positiva entre estas y la elección modal. Una actitud positiva hacia el viaje en tren puede conducir a un incremento de esos viajes. Sin embargo las actitudes y percepciones son también difíciles de cambiar: La bicicleta es en situaciones de congestión el modo de viaje más rápido, pero las personas pueden insistir en percibirla como un modo lento. Es difícil aceptar las evidencias que podrían refutar una percepción, sencillamente porque no se está interesado o no se desea ese modo en particular. La misma situación y la misma percepción puede darse frente al tiempo de viaje o la regularidad del transporte público e inclusive el realizar desplazamientos *a pie*, que pueden ser percibido como una actividad de bajo nivel frente a los desplazamientos motorizados (Litman; 4a).

Las *motivaciones* pueden señalarse como la base de la elección: motivos instrumentales, emocionales y basados en comparaciones. Así, en el primer caso, puede hablarse de rapidez, flexibilidad y confortabilidad; en el segundo caso, de sensaciones de libertad y

privacidad y en el tercer caso de referencias sociales o económicas (el coche como símbolo de estatus social, por ejemplo).

En cuanto a la *disponibilidad*, puede hablarse de una estrecha relación entre la elección del modo y la cercanía de la residencia a una parada de bus o de tren, lo que incrementará las opciones de desplazamiento en transporte público; la disponibilidad de lugares seguros para dejar la bicicleta puede incrementar su utilización, así como la disponibilidad de aparcamiento en el destino y posiblemente la vecindad de carreteras rápidas, induce la adquisición y mayor utilización de los coches.

Puede hacerse referencia a las nuevas tecnologías (Sistemas de posicionamiento global, teléfonos móviles o Internet), que favorecen la información sobre incidencias, demoras en ruta, tiempo aproximado de llegada a un determinado lugar, lo cual puede reducir la ansiedad por la espera y facilitar las conexiones con otros modos de transporte. La popularización de los ordenadores portátiles y su conectividad favorecen la utilización de los modos de transporte como oficinas móviles, pero en el caso del transporte público se requiere que haya avances significativos en disposición y dotación de espacios y de equipamientos para que su atractividad sea al menos parecida a la que muestran los coches en esa perspectiva.

En general, a pesar de la definición de estos factores como suaves, están muy ligados a las características de los individuos y posiblemente sean más difíciles de cambiar que aquellas de carácter objetivo como el tiempo o el coste real que se pueden modificar a través de estrategias específicas, como la prioridad en el uso de la vialidad, las limitaciones de velocidad, el establecimiento de tasas o impuestos sobre ciertas formas de movilización, la prohibición o cobro por el aparcamiento, etc. El objetivo deberá ser entonces el intentar eliminar o reducir al mínimo posible la dependencia estructural del coche e intentar afectar las decisiones en la dependencia consciente a través de estrategias como las enunciadas.

A continuación se presentan desde el punto de vista de los factores críticos u objetivos, los principales elementos para lograr ese cambio, es decir, las variables relevantes.

3.3 EL PRESUPUESTO DE TIEMPO DEL VIAJERO.

Así como se habla de un presupuesto económico, se hace referencia a un “*presupuesto*” de tiempo, que cada individuo destina a las diferentes actividades. A nivel diario ese

presupuesto está limitado a 24 horas que serán distribuidas entre tiempo de trabajo, de estudio, de descanso, de ocio, de consumo o de viaje, principalmente. Dependiendo de las características del individuo y de sus relaciones con el entorno, esos presupuestos podrán ser más o menos flexibles y en general la asignación de mayores cantidades de tiempo a unas actividades se presentará en detrimento de otras pero con determinados límites.

La definición de presupuesto se puede asociar con un límite o restricción que no podría ser fácilmente superado o que se requerirían ciertas condiciones para que se pudiera superar; y cuando se habla de uso o gasto de tiempo, se está haciendo referencia a una cantidad que se desea consumir o gastar y que podría ser superada o reducida sin condiciones previas. En este caso, la definición se acerca más al segundo concepto que al primero.

El presupuesto de tiempo de viaje (TTB por sus siglas del inglés) se refiere a la idea de que los individuos en promedio tienden a viajar diariamente un tiempo relativamente constante y el supuesto es que las personas tienen una determinada cantidad de tiempo que ellos desean gastar o usar viajando. Algunos investigadores señalan que ese presupuesto es estable temporal y espacialmente e inclusive señalan que es una constante universal que se encuentra entre 1,1 y 1,3 horas (Zahavi and Ryan, 1980; Bovy, 1999; Schafer and Victor, 2000; Van Wee, 2002; Balcombe et al, 2004; entre otros).

Zahavi (1974), quien realizó sendos estudios sobre el tiempo de transporte para el Banco Mundial y el Departamento de Transportes de los Estados Unidos entre los años 70 y principios de los 80 del siglo pasado, estableció que los viajeros disponen de un presupuesto de tiempo de viaje -TTB, que era en promedio de una hora diaria y que además, era estable temporal y espacialmente. Schafer and Victor (1997) encontraron que dicho presupuesto continuaba estable dos décadas después en alrededor de una hora diaria por viajero. Cifras de más de 130 ciudades japonesas corroboran ese valor y datos específicos de Tokio y de Suiza, revelan que ese presupuesto de tiempo puede estar alrededor de 70 minutos. Valores un tanto alejados fueron encontrados en un estudio de California de 1998, cuyo tiempo medio estaba en 109 minutos diarios (aunque allí sólo se contabilizaron los mayores de 11 años de edad) y en la ciudad de Lima - Perú con 90 minutos por viajero y día pero en un entorno con calles congestionadas y autobuses obsoletos (Ausubel, 1998).

En general, ese presupuesto de tiempo parece ser independiente de las connotaciones sociales, económicas o culturales e inclusive del tamaño de las ciudades. Llama la

atención el hecho de que en términos promedio, tanto en países desarrollados y con infraestructuras de transporte tecnológicamente avanzadas como en países en vías de desarrollo y con bajos niveles de infraestructura vial y de equipamiento de transporte, los tiempos de viaje diario sean aproximadamente iguales y hayan permanecido invariables por décadas.

La hipótesis de Zahavi ha sido definida en dos niveles: A nivel agregado o global en el que se declara que el presupuesto medio de tiempo de viaje en diferentes ciudades y momentos es similar, y a un nivel desagregado o local en el cual los gastos o costes de viaje muestran algunas regularidades que pueden ser transferibles entre diferentes lugares y contextos.

Los presupuestos de tiempo y de coste de viaje están relacionados con las características socioeconómicas de los individuos, con las características del sistema de transporte y, por supuesto, con las características de la estructura urbana. Esos dos presupuestos son considerados como restricciones y el problema es la distribución de cantidades fijas de recursos de dinero y tiempo entre los diferentes modos de transporte disponibles (Joly, 2004).

Así, para el caso del tiempo, a partir del análisis y síntesis de una amplia serie de observaciones en distintas ciudades y países alrededor del mundo, Zahavi define una función inversa entre el presupuesto de tiempo (TTB) y la velocidad (V), que converge rápidamente en alrededor de una hora (duración promedio de los viajes de la población que se moviliza) y que es de la forma siguiente:

$$TTB = b + \frac{a}{V} \quad (1)$$

donde a y b son coeficientes de convergencia a ser determinados.

La importancia del presupuesto de tiempo radica en que, de acuerdo con Zahavi, se describe un mecanismo según el cual, los individuos desean aumentar la velocidad de sus desplazamientos con el fin de incrementar el acceso a nuevas oportunidades y, por lo tanto, la hipótesis de un tiempo de viaje estable a pesar de que se aumente la velocidad, implica que los ahorros de tiempo son reinvertidos de forma sistemática en el mismo sistema de transporte a través de abarcar más espacios, de incrementos en la frecuencia de los desplazamientos o de la realización de nuevas actividades.

Bajo la hipótesis de Zahavi, el incremento de la velocidad y las políticas que se orientan a disponer de mayor capacidad para el tráfico son responsables del aumento en el

kilometraje medio de cada vehículo e individuo, de la dispersión de la población y del incremento en externalidades como la contaminación y del consumo de energía, contribuyendo a profundizar el círculo vicioso a que se hizo referencia previamente. Anastasiadis (2004) estima que la longitud de los viajes ha aumentado un 42% en los últimos 30 años.

Paradójicamente si la velocidad ha contribuido al aumento de las distancias de viaje, una reducción de la velocidad con fines de gestionar la demanda, es percibida como irreal, ineficiente e incorrecta políticamente. Si las velocidades disminuyen, ¿se viajaría menos y se intentaría ubicar el domicilio y/o el lugar de trabajo a menores distancias que las previas?; ¿Se dejarían de realizar algunos desplazamientos considerados como menos importantes? o; ¿Se quitaría tiempo de otras actividades y por ende, se aumentaría el tiempo dedicado al transporte? Es posible que en el mediano y en el largo plazo se obtengan resultados en ese sentido.

Ahora bien y como lo señala la literatura, la mayoría de los beneficios de los proyectos de transporte se obtienen o se justifican gracias al ahorro de tiempos de viaje (EVA, 1991; Ortuzar, 2000; Duchene, 2000; OECD, 2001), pero si los usuarios, de acuerdo con la hipótesis de tiempo de viaje estable, continúan gastando un presupuesto constante en sus desplazamientos, los beneficios por ahorros de tiempo sobre la situación vigente son discutibles y, por lo tanto, la mayor disponibilidad de oportunidades se convierte sólo en una mayor demanda de transporte o en una mayor dispersión de la población (Knoflachner, 2000; Duchene, 2000), que absorbe rápidamente las ofertas de los proyectos y deja a los usuarios igual o peor que en las condiciones iniciales.

Frente a esta hipótesis de presupuesto de tiempo estable, algunos investigadores sugieren que dicha estabilidad es fortuita (Joly, 2004) y que en realidad se siguen dinámicas diferentes de acuerdo con el tipo de ciudad (basadas en el coche o en el transporte público) y otros como Chen and Mokhtarian (2002), a partir de la revisión de una serie de estudios sobre el tiempo de transporte, concluyen que los gastos en términos de tiempo no son constantes a excepción de los casos en que se trabaja con la demanda más agregada.

Es evidente que a nivel desagregado haya variaciones importantes en los tiempos de viaje y que estas variaciones se puedan asociar fácilmente con la edad, el género, la disponibilidad de coche, el ingreso, el tamaño del hogar y por su puesto la densidad residencial y la estructura de uso del suelo, pero a nivel agregado puede afirmarse que existe un valor medio del presupuesto de tiempo de viaje que se mantiene constante y

que se convierte en una interesante herramienta de planificación y de diseño de opciones y medidas, como lo corroboran las figuras 3.2 a 3.5 sobre distancias, número de viajes, velocidades y tiempo diario dedicado al transporte en algunos países específicos y en diferentes épocas (Schafer, 2000).

En la figura 3.3 para el caso de Gran Bretaña se percibe cómo han aumentado las velocidades medias mientras el tiempo de viaje ha permanecido entre los 53 y los 60 minutos, en razón a que cada vez se realizan más desplazamientos diarios (de 2,5 a 3,0) y de mayor longitud (de 8,4 a 9,9 km por viaje).

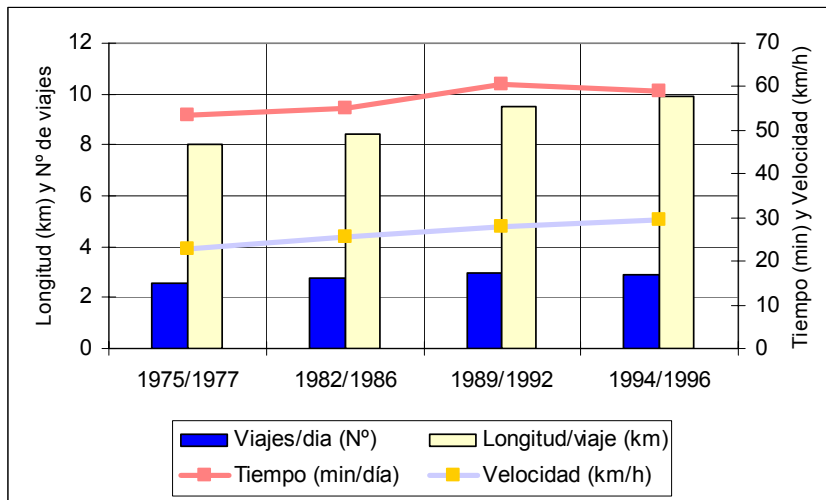


Figura 3.3. Características de los viajes diarios por persona en Gran Bretaña

Fuente: Elaboración propia a partir de Schafer, A. (2000)

En el caso de Estados Unidos, que se muestra en la figura 3.4, las velocidades medias son significativamente más altas que las observadas en Europa (aproximadamente el doble), pero el tiempo de viaje per cápita se observa estable alrededor de 50 minutos a excepción de la última observación, que más bien parece un error de medición. Acá ocurre igualmente que las velocidades continúan aumentando, pero los tiempos de viaje no se reducen e incluso aumentan gracias a que también aumentan las distancias medias por desplazamiento, así como el número de desplazamientos diarios.

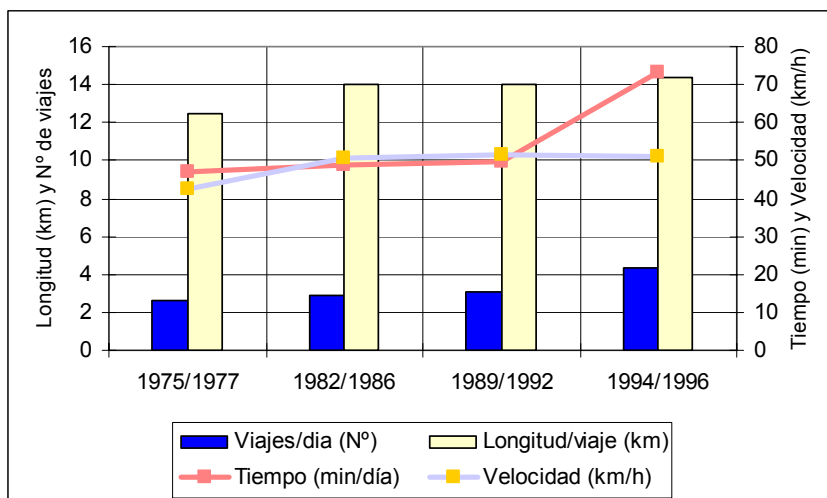


Figura 3.4: Características de los viajes diarios por persona en Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Schafer, A. (2000)

Para el caso de Holanda, que se observa en la figura 3.5, los valores del tiempo de viaje se muestran como más altos, pero permanecen constantes alrededor de 70 minutos. Con velocidades y distancias similares a las de Gran Bretaña, se puede decir que esos mayores tiempos se relacionan con una proporción de desplazamientos diarios mayor (entre un 20 y un 30% más de viajes) y con una participación de viajes no motorizados más significativa.

En este caso igualmente ha habido un aumento de las velocidades medias, que no se ha traducido en reducciones en el tiempo medio de viaje diario. Estos mismos resultados se pueden observar para muchos otros países y regiones, corroborando que las ganancias obtenidas con los aumentos de velocidad se reinvierten en el mismo sistema a través de más viajes y/o más largos.

Un caso especial es el de Alemania (figura 3.6), en donde se observaron algunas reducciones en el tiempo de viaje como consecuencia de una caída tanto en el número de viajes (de 3,09 a 2,75), como en las longitudes medias, pues la velocidad permaneció estable.

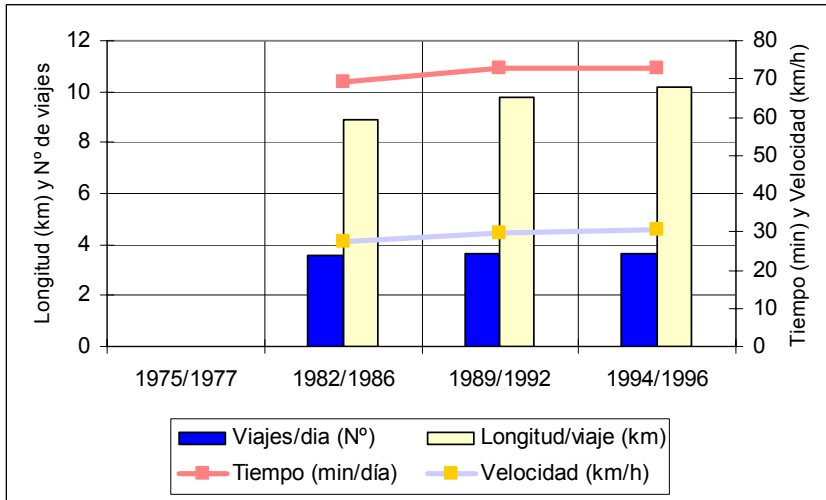


Figura 3.5: Características de los viajes diarios por persona en Holanda.
Fuente: Elaboración propia a partir de Schafer, A. (2000)

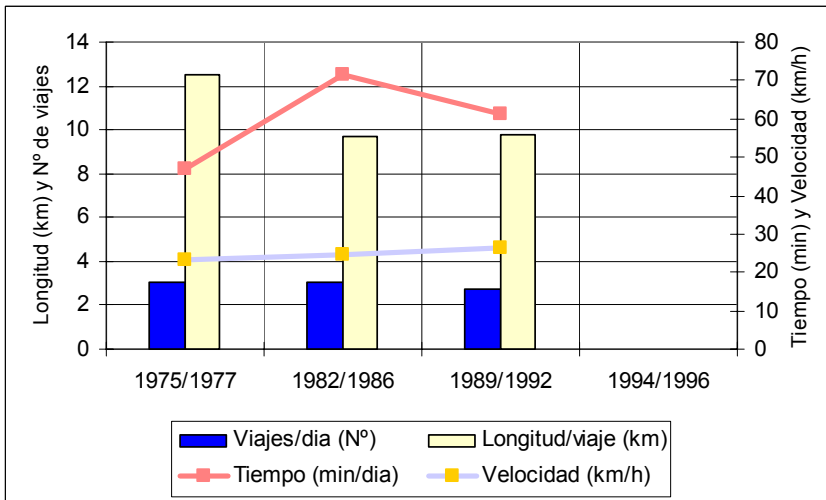


Figura 3.6: Características de los viajes diarios por persona en Alemania.
Fuente: Elaboración propia a partir de Schafer, A. (2000)

Estos resultados demandan una valoración cuidadosa que involucre la metodología de recolección y el tratamiento de la información como bien lo expresan Chen and Mokhtarian (2002), pues por ejemplo, de acuerdo con Eurostat (EC, 2004a) que ha publicado los resultados de un trabajo realizado en algunos países de Europa, el

tiempo medio diario dedicado a los desplazamientos (tabla 3.7), señala valores un tanto superiores a los expresados en las figuras previas para referentes como Gran Bretaña o Alemania. Esto se debe a que en este último trabajo, se consideran únicamente los desplazamientos realizados por personas de entre 20 y 74 años, que como se sabe incluyen a toda la población activa y por ende deben ofrecer resultados significativamente más altos que aquellos en los que se incluye a los niños y ancianos.

Tabla 3.7: Tiempo de viaje de personas de 20 a 74 años (minutos/viajero- día).

	Alemania	Estonia	Hungría	Slovenia	Finlandia	Suecia	U.K.	Noruega
Hombres	87	72	63	69	72	90	90	80
Mujeres	78	61	51	62	67	83	85	71
Total	83	66	57	66	69	86	87	76

Fuente: EC (2004a).

Para el caso particular de España, un estudio del tiempo realizado por el Instituto Nacional de Estadística - INE (2004) ha estimado en 84 minutos el tiempo medio diario de viaje, identificando además que en los viajes al trabajo se gastan 64 minutos y en los de estudios 61 minutos. Estos valores aunque un tanto más altos que las referencias de Schafer (2000), pueden tener su razón de ser, como en el caso anterior, en la metodología de recolección que sólo considera a los mayores de 10 años, que en general realizan más viajes.

A propósito del caso de las ciudades de España, Martínez (2004), quien realizó una síntesis de la información de Movilia (Ministerio de Fomento, 2000), encontró valores del tiempo dedicado al transporte similares a los anteriores, de acuerdo con los cuales, en las poblaciones de menos de 50.000 habitantes se dedica en promedio 65 minutos a los desplazamientos diarios, tiempo que asciende a 72 minutos en las poblaciones de hasta 500.000 habitantes y hasta los 81 minutos en las ciudades con más de 0,5 millones de habitantes (como Madrid). Ahora bien, estos valores pueden estar sobreestimados, si como menciona su autor, sólo se consideran en la encuesta, los viajes a pie que superen los 10 minutos.

Con las salvedades propias, asociadas con las características de los procesos de recolección de la información y de acuerdo con las figuras previas y corroboradas por las tablas de Europa y España, el tiempo de viaje diario tiende a permanecer constante a pesar de los aumentos en la velocidad, por lo que puede decirse que los ahorros obtenidos con esos incrementos se reinvierten en el mismo sistema de transporte a través de más viajes o de desplazamientos de mayor longitud, con los impactos

económicos, ambientales y sociales que esto conlleva. De esta forma, es posible utilizar ese presupuesto de viaje como un instrumento de planificación que guíe un cambio en el uso modal.

3.4 LA VALORACIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE

Cuando se habla del punto de vista socioeconómico se hace mención a la forma como la sociedad en su conjunto percibe una determinada acción, decisión o proyecto y que intenta considerar todos los costes y beneficios tanto de los usuarios (privados o directos) como los de los no usuarios, independientemente de la existencia de precios de mercado. Esto no exime el que en ocasiones sea necesario considerar únicamente a la persona que toma decisiones y que realiza un balance entre los beneficios y los costes que percibe por su acción, caso en el cual sólo se hará referencia a los costes privados.

Se ha hecho mención a que los desplazamientos responden a una demanda que se considera derivada del conjunto de actividades que los individuos desean o deben realizar en el destino (con las salvedades sobre los viajes no dirigidos); el tiempo es, entonces un coste o una desutilidad que se intenta reducir o minimizar. Generalmente el trabajo de cuantificación y valoración de ese tiempo se orienta a una mirada comparativa dentro del sistema de transporte, pero también el enfoque puede dirigirse hacia la contabilización de los costes en que incurre la sociedad para poder disponer de un determinado factor, producto o servicio. Ambos enfoques son válidos y pertinentes en este caso, que exige la comparación modal y la cuantificación de los beneficios para la sociedad por la escogencia de una u otra alternativa.

A partir del consenso sobre la necesidad de valorar el tiempo, se presentan dudas razonables sobre cómo abordar el problema, muchas de las cuales han sido resueltas desde el punto de vista conceptual y práctico, algunas están pendientes de resolución y en otras lo que existe es una dificultad práctica de medición. En las últimas décadas, se ha intentado con relativo éxito desvelar cómo los individuos perciben el tiempo usado en los desplazamientos y cuál sería la equivalencia de ese tiempo ahorrado o consumido en valores de mercado.

Para Ortuzar (2000) y Turró (Izquierdo, et al, 1994) el tiempo de viaje supone una desutilidad que es función de factores ligados al viaje y a las características del propio viajero. De esta forma se está poniendo de presente que existe una curva de demanda

por tiempo y por ende, una predisposición a pagar por él. Ese valor que se está dispuesto a pagar depende de cada individuo y de cada contexto y para su cuantificación y valoración se dispone, cada vez más, de sofisticadas herramientas de medición, como las técnicas asociadas con las preferencias reveladas y declaradas.

Wardman y Mackie (1997) quienes hicieron una síntesis de 105 estudios llevados a cabo entre 1980 y 1996, encontraron evidencias relacionadas con la valoración del tiempo por diferentes grupos: Se otorga más valor a los viajes de negocios o a los viajeros de primera clase que a los demás; los viajeros de transporte interurbano valoran más alto su tiempo que los de viajes urbanos y los usuarios de autobús le dan menor valor a su tiempo a bordo que lo que harían otros modos. Estos autores estimaron el valor del tiempo en 20 dólares para los viajes de negocios y en 5,6 dólares para los demás viajes.

Waters (1993) hace un resumen de las valoraciones en diferentes países y jurisdicciones, la que se presenta en la tabla 3.8. En general, los valores determinados por Waters para los viajes de no trabajo, reflejan variaciones que van desde el 30 hasta el 60% de la tasa salarial con lo cual, en la práctica, se está dando una variación de un 100% en la más importante categoría de los beneficios de los proyectos de transporte.

Este mismo autor en referencia a la relación entre el ingreso y el valor de los ahorros de tiempo (Waters, 1994), sostiene que el hecho de que existan mayores salarios se debe traducir en un incremento en el coste de oportunidad del tiempo y que a pesar de las evidencias de que el valor del tiempo cambia con el ingreso, esto a menudo es ignorado, posiblemente por razones prácticas como la dificultad para conocer el ingreso de los hogares y porque se piensa que su influencia es marginal.

Sin embargo, existen situaciones en que las diferencias pueden ser grandes, como cuando se evalúan las inversiones en autopistas frente a las inversiones en transporte aéreo. De todas formas, países como Inglaterra, Canadá o Nueva Zelanda, recomiendan un valor único para el tiempo de viaje de no trabajo, para todos los proyectos de transporte, incluidos los de transporte aéreo.

Tabla 3.8: Valor del tiempo en proyectos carreteros en 1992 (US\$/h- viajero)

<i>País/jurisdicción</i>	<i>Viajes fuera del trabajo</i>	<i>Viajes como parte del trabajo</i>
AASHTO (USA)	10,17	10,17
ASSHTO Actualización	10,54	10,54
Florida	10,56	-
New York	5,38	-
Transport Canadá	5,62	18,79
Ontario	2,02	7,58
Québec	1,91	9,11
Alberta	5,52	11,97
British Columbia	5,70	15,62
Gran Bretaña	3,05	-
Alemania	0,94	5,62
Finlandia	4,07	8,22
Holanda	6,07	9,45
Suecia	3,79	20,46
New South Wales (Australia)	5,71	21,57
South Australia	5,65	21,37
Queensland (coche privado)	6,08	23,51
Nueva Zelanda	3,63	11,32

Fuente: Waters, II (1993)

El estudio INFRAS/IWW (Schreyer et al, 2004) ya referido, presenta una tabla de valores del tiempo para las diferentes clases de usuarios y concluye que los viajeros de negocios deben tener una valoración superior a los demás:

ÍTEMS	VALOR
Viajes de Negocios (coche)	21,00 Euros/h - viajero
Commuting (coche)	6,00 Euros/h - viajero
Ocio (coche)	3,50 Euros/h - viajero
Transporte Público	5,32 Euros/h - viajero
Camiones pesados	47,00 Euros/h - vehículo
Vehículos livianos	40,76 Euros/h - vehículo

Estudios realizados en California han establecido que el valor del tiempo de viaje oscila entre los 20 y los 30 dólares/h - vehículo (Brownstone et al., 2003). Si se compara con

valores como los suministrados por Waters (1993), se observa en este último caso una valoración significativamente alta, dado además que se refiere a viajes de "commuting" y no a viajes de negocios o a viajes como parte del trabajo.

En el caso de España, el Ministerio de Fomento (1996), establece un valor medio del tiempo para 1995 en 800 pesetas/persona-hora (Equivalentes a 4,9 euros de 1996), valor similar a los 757,4 PTA/h estimado en 1995 para los viajes en coche en Madrid (CRTM, 1995b).

Así mismo Barcelona, al determinar la cuenta del transporte de viajeros para los años 1998 y 2000 (ATM, 2000), utiliza las recomendaciones que Willeke hizo para Alemania en 1984 sobre la valoración del tiempo según el motivo y como porcentaje del salario (Tabla 3.9).

Tabla 3.9: Valor del tiempo como porcentaje del salario por persona y hora

MOTIVO	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
Durante el Trabajo	64%	100%	82%
Al trabajo	27%	69%	48%
A compras	15%	59%	37%
Ocio	35%	47%	41%

Fuente: Willeke (1984) citado en Guerrero (2003)

En este caso se ha usado el valor máximo de los recomendados por Willeke, considerando de la misma forma los viajes al estudio y al trabajo, y asignando a todos los usuarios el mismo peso, pues de acuerdo con la ATM (2000) no es aceptable socialmente la diferenciación entre los usuarios. Por otra parte, se valoran con el mismo peso los tiempos de las diferentes componentes del viaje: espera, caminata, a bordo, etc. Los valores determinados para Barcelona se presentan en la tabla 3.10.

En referencia a las diferentes componentes del tiempo de transporte y dado que no sólo se incluye el tiempo a bordo del vehículo mecanizado sino que se deben considerar tanto los tiempo de acceso, como los de trasbordo y dispersión e incluso los de preparación y ajuste del viaje, la generalidad de las investigaciones apunta a valorar de forma diferente cada una de dichas componentes, de forma contraria a como se ha hecho la estimación para el caso de Barcelona.

Tabla 3.10: Valor del tiempo de viaje en Barcelona (€/h).

<i>Motivo</i>	<i>Valor</i>
Gestiones de trabajo	10,1
Viajes al/desde trabajo o el estudio	6,9
Compras	5,9
Ocio	4,7
Total	7,1

Fuente: ATM (2000)

Al respecto Wardman (2001 y 2004), con base en la información recogida en estudios previos y a través del uso de técnicas de regresión, establece valoraciones de las diferentes componentes del viaje. Los resultados en términos relativos frente al tiempo en vehículo se muestran en la tabla 3.11 y llama fuertemente la atención la ponderación del tiempo de acceso al destino (dispersión), que posiblemente esté afectado por un ajuste que pondera la confiabilidad y regularidad del sistema:

Tabla 3.11: Valoración relativa de las diferentes componentes del tiempo de viaje

<i>ÍTEM</i>	<i>MEDIA</i>	<i>DESVIACIÓN</i>
Viaje en Vehículo	1,00	-
Caminata	2,00	0,71
Tiempo de acceso	1,81	0,75
Tiempo de Espera	2,50	0,52
Tiempo en congestión	1,48	0,32
Tiempo de búsqueda	1,38	0,52
Tiempo de acceso al destino	7,40	3,86

Fuente: Wardman (2001 y 2004)

Frente a las ponderaciones de las diferentes componentes del tiempo se deberá tener en cuenta el punto de vista desde el cual se realiza el análisis, ya que si se trabaja desde la óptica de la sociedad deberá considerarse un valor objetivo que refleje la magnitud del tiempo que ella gasta o invierte, que puede diferir del punto de vista individual, en donde se toman en consideración las desutilidades e incomodidades del viajero e intenta reflejarse la manera o forma como el individuo elige entre las alternativas que enfrenta. Para el caso de la Comunidad de Madrid, Guerrero (2003) determina el valor del tiempo de viaje desde el punto de vista de la sociedad teniendo en cuenta la rama de actividad, el motivo y el modo de transporte. Esos resultados se muestran en la tablas 3.12 y 3.13.

En la tabla 3.13 se puede observar un mayor valor para los viajes en taxi, que se asocia con un mayor uso de ese modo en los viajes de trabajo, pero así mismo llama la atención la baja valoración del tiempo en el vehículo privado que generalmente se asocia con grupos de mayor nivel de ingresos y por tanto con una valoración superior del tiempo.

Tabla 3.12: Valor del tiempo de viaje en la Comunidad de Madrid de acuerdo con la actividad y el motivo (€/h) en precios de 1996

Motivo/Rama de Actividad.	Agricultura	Industria	Constr.	Servicios	Otros
Gestiones de Trabajo	16,09	18,00	13,88	14,21	16,09
A/ desde el trabajo	4,80	5,26	4,28	4,32	4,80
Estudios	4,80	5,26	4,28	4,32	4,80
Otros	4,80	5,26	4,28	4,32	4,80

Fuente: Guerrero (2003)

Tabla 3.13: Valor del tiempo según modo en la Comunidad de Madrid (€/h-viajero)

Modo de Transporte	Valor del tiempo
Bus interurbano	4,8
Bus urbano	4,8
Metro	4,8
Cercanías	4,7
Taxi	5,6
Vehículo privado	4,7
Valor Medio	4,8

Fuente: Guerrero (2003)

En general y de acuerdo con las referencias enunciadas se perciben coincidencias en las valoraciones: 4,5 a 7,0 euros para todos los viajes con motivos diferentes a los de trabajo y entre 15 y 20 euros para los que se realizan como parte del trabajo (gestiones), que si se compara en términos de salarios promedio, es un valor muy alto.

Ahora bien, las valoraciones del tiempo se asocian con la realización de proyectos de ampliación de la capacidad vial y/o de incrementos en la velocidad de movilización. Si se supera esta etapa de construcción de infraestructuras a cambio de gestión y de sostenibilidad, esa valoración dejará de tener peso y podría pensarse más bien en vehículos – km ahorrados más que en tiempos ahorrados.

Por otra parte, las recomendaciones que hacen referencia a que el tiempo de espera o el tiempo a pie o en bicicleta se valoren como dos o más veces el tiempo a bordo de otros

modos como el coche o el transporte público motorizado, sólo tienen sentido para justificar o premiar a los modos de velocidades más altas (y por ende de mayores costes sociales) en detrimento de los que se podrían considerar como más sostenibles, como se enunciaba al principio del capítulo y posiblemente desde el punto de vista individual, que no es el caso.

Si como se observa en los resultados de la EDM'96 (CRTM, 1998), las razones principales para la no elección del transporte público son el tiempo de viaje y la falta de comodidad (que aunque subjetiva, es una variable importante), el caracterizar zonalmente los desplazamientos de los viajeros de acuerdo con la variable tiempo y de acuerdo con los diferentes modos disponibles, aportará elementos claves para diseñar las estrategias de actuación más apropiadas de cara a ese ahorro de vehículos – km.

3.5 EL COSTE MONETARIO DEL VIAJE

Zahavi and Ryan (1980) describen la existencia de un *presupuesto monetario* de viaje junto al *presupuesto de tiempo*. Argumentan que las personas gastan un porcentaje fijo de su ingreso en viajes, que oscila entre el 10 y el 11% del ingreso de los hogares en los casos en que poseen coche y entre el 3 y el 5% en caso de que no lo posean. Esta diferencia es cada vez más pequeña considerando que los costes en términos constantes se han reducido en los vehículos privados y se han incrementado en los modos de transporte público, aunque depende mucho del contexto socioeconómico, pues en las economías menos desarrolladas el presupuesto dedicado a transporte es significativamente mayor.

Puede hablarse de costes monetarios y no monetarios; los primeros son aquellos que incluyen o pueden incluir contraprestaciones o pagos dinerarios y que se denominan costes financieros o pecuniarios o simplemente gastos. Los costes no monetarios o de no mercado, son tales como el tiempo, la inseguridad o los costes ambientales. A este último grupo se le señala como intangible en referencia a la dificultad de su medición; sin embargo, hoy por hoy existen técnicas que intentan medir y monetizar esos impactos y de esa forma facilitar la comparación entre modos diferentes.

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, el punto de vista desde el cual se realiza la evaluación es fundamental en la cuantificación de los costes. Se supone que las decisiones de los individuos parten de un proceso racional en el que se evalúan

las ventajas y costes de determinadas acciones. Si se está analizando el porqué se realizan o no ciertos desplazamientos, la mirada debe referirse al coste de tipo privado (o interno) en el que incurre un individuo que esta tomando esa decisión y la cuantificación es muy diferente de si se elige un modo de transporte público o un modo de transporte privado como el coche.

Desde el punto de vista individual los costes monetarios o de mercado constituyen, junto con el tiempo de viaje las variables objetivas más importantes en la elección del modo y en ocasiones inciden también en la elección del destino e inclusive en la generación o no del viaje, especialmente de aquellos de carácter no obligado.

Una clasificación típica de los costes monetarios es entre costes variables y fijos, dependiendo de si se relacionan directamente con las unidades producidas o consumidas o no: el combustible o los lubricantes, por ejemplo, serán costes variables, pues dependen de la realización de viajes; Los costes de adquisición o de aseguramiento son considerados costes fijos ya que su gasto no depende de su utilización, sino que se relaciona con la propiedad.

Desde el punto de vista monetario se percibe que las elecciones de los usuarios están condicionadas por el valor pagado en el momento de la toma de decisiones (valor desembolsado); es decir, que cuando se utiliza el transporte público se piensa en la tarifa que se pagará y cuando se utiliza un coche, se piensa en el coste del combustible, los peajes y el aparcamiento en destino, pero se olvida de los demás valores que se ha tenido que sufragar para disponer de ese modo, algunos de los cuales son variables y muchos otros fijos. Es decir solamente se tienen en cuenta los costes variables (Varian, 1998).

Un ejemplo de los costes privados se muestra en la tabla 3.13 en la que se relacionan los costes para un vehículo de tamaño medio en los Estados Unidos en el año 2001. Como se puede observar se ha realizado un ordenamiento desde los costes más variables y así es posible que a pesar de que los costes totales sean del orden de 31,8 ¢ de dólar por km, en la práctica, para la toma de decisiones sobre el uso o no de coches, algunos usuarios harán referencia sólo a valores que van desde 0,81 ¢ si el depósito del vehículo tiene suficiente combustible, hasta 9,1 ¢ si se tienen en cuenta todos los costes variables de mediano plazo.

Un valor típico serían 5,7 ¢ por km, cuando se considera el combustible y que representa apenas un 20% de los costes privados o percibidos por los usuarios. Debe

recordarse en este punto, que no se están considerando las externalidades y que posiblemente los costes de infraestructura y de gestión no estén adecuadamente cubiertos en la valoración de peajes reflejada en la tabla.

En cuanto al transporte público y como se ha mencionado, el valor desembolsado se refiere típicamente al pago de la tarifa, que es el valor que interesa desde el punto de vista del usuario que está tomando las decisiones sobre su viaje y sobre las alternativas que se le plantean. En la tabla 3.14 se presentan los costes del transporte público para los Estados Unidos, recogidos por APTA (2002) y en la tabla 3.15 se presentan los valores de costes y subsidios para algunas ciudades de la Unión Europea, con el ánimo de comparar y extraer conclusiones.

Tabla 3.14: Costes privados o Internos de un coche en 2001 en USA (¢/km)

Coste	Categoría	Valor
Peajes y aparcamientos	Variable	0,81
Combustible y lubricantes	Variable	4,85
Llantas	Variable	1,06
Mantenimiento	Variable	2,42
Depreciación	Parcialmente Fijo	14,29
Aseguramiento	Fijo	3,73
Impuestos, Licencia y Reg.	Fijo	0,87
Costes financieros	Fijo	3,73
Total		31,75

Fuente: Ajustes propios a partir de APTA (2002)

Los costes de los modos de transporte público en cada ciudad o región están asociados entre otros factores con la demanda, la tecnología, las políticas de explotación, la amortización de capitales y por supuesto, con las políticas de equidad, de accesibilidad, de disponibilidad de alternativas, que dan lugar a que en la mayoría de las ocasiones, no sean fácilmente comparables.

Según la tabla anterior, el coste total por pasajero y kilómetro va desde los 30 ¢ de dólar del tren de cercanías, hasta los 84 ¢ de dólar del tren ligero. De acuerdo con estas cifras, desde un punto de vista de eficiencia financiera y siempre considerando sólo al individuo que toma decisiones, se percibe como “inadecuado” el usar un transporte público que resulta más costoso en términos del dinero desembolsado y que puede ser más lento, menos confortable y ofrecer menos accesibilidad que el coche.

Es posible que los subsidios al transporte público lo hagan competitivo, pero deben indagarse las razones que lo justifican, como el ofrecer alternativas de movilidad que reduzcan la presión sobre el medio ambiente, que emitan menos ruido o que reduzcan la accidentalidad, por ejemplo.

Tabla 3.15: Costes del transporte público en Estados Unidos en 1996. (US\$/km)

Item	Autobús	Trolley Bus	Tren Ligero	Tren Pesado	Tren Cercanías
Coste por viajero-km	0,40	0,52	0,84	0,30	0,30
Tarifa por viajero-km	0,13	0,19	0,09	0,12	0,09
Subsidio	0,27	0,33	0,74	0,18	0,21
Participación subsidio (%)	68%	64%	88%	60%	70%
Ocupación (viajeros/vehículo)	10,7	14	26	21,9	37,7

Fuente: Elaboración propia a partir de Litman (2003)

Dados los subsidios, las tarifas promedio del transporte público en los Estados Unidos estaban en el año 2001 entre los 9 y los 20 centavos de dólar por km. Esas tarifas, comparadas con el valor desembolsado por los usuarios del coche en el momento de uso no son competitivas como se percibe en la distribución modal de ese país que señala que el 98,8% se desplaza en transporte privado y el 1,2% en transporte público (APTA, 2004).

En la tabla 3.16 se observan los costes y tarifas del transporte público en algunas ciudades de Europa en las cuales se hace referencia a un viaje sencillo (se puede adquirir tiquetes para más de un viaje e inclusive para periodos de un mes o un año, que promueven la fidelización de los viajeros a través de tarifas en promedio más bajas). En el caso europeo los subsidios cubren menos del 50% de los costes (en ciudades como Londres, esos subsidios no llegan al 20%) y a pesar de ello, la participación del transporte público en la elección modal frente al coche es muy importante y puede en las zonas densas de las ciudades tener aún un peso superior al del coche, según se observa en la última columna de la tabla referida, lo cual como se ha mencionado en el capítulo anterior depende además de factores territoriales, culturales y sociales.

En el caso europeo y aún en el de Estados Unidos, las tarifas llegan a reducirse hasta en un 50% cuando se ofrecen billetes multiviajes y abonos de carácter mensual o anual. De esta forma los usuarios del transporte público pueden percibir costes de entre 6 y 15

céntimos de € por km, que hace relativamente más competitiva la utilización de estos modos.

Tabla 3.16: Costes y subsidios del transporte público en ciudades europeas (€)

	<i>Coste Total</i>	<i>Tarifa billete sencillo</i>	<i>Subsidio</i>	<i>Longitud media por viaje (km)</i>	<i>Coste por km</i>	<i>Tarifa por km</i>	<i>Uso del transporte público</i>
Madrid	1,96	1,00	49%	8,1	0,24	0,12	66%
Barcelona	1,72	1,00	42%	9,1	0,19	0,11	56%
París	2,32	1,30	44%	6,7	0,35	0,19	67%
Londres	2,29	1,90	17%	7,5	0,31	0,25	55%
Nota: La participación del transporte público se refiere a la ciudad principal.							

Fuente: Cálculos propios a partir de EMTA (2004) y Cristóbal, C. et al. (2001)

En algunos lugares se ha intentado aplicar mayores subsidios al transporte público con el propósito de aumentar significativamente su participación. Hasselt (Bélgica) y Templin (Alemania) por ejemplo, han optado por eliminar el cobro de tarifas y los resultados han sido significativos, pues la demanda de transporte público aumentó hasta un 1200%, pero, se ha observado en los dos casos, que ese aumento no ocurrió gracias a la transferencia de usuarios del coche sino a que los peatones y ciclistas habituales se transfieren al transporte público y a que los usuarios cotidianos del transporte público realizan desde entonces más desplazamientos (Storchmann, 2003). En este caso, los resultados han sido contrarios a los objetivos buscados, entre otras razones, porque los usuarios del coche tienen en cuenta, además de los costes económicos, otras variables que como el tiempo de viaje, la comodidad o la regularidad y fiabilidad que pueden incluso, ser más importantes que la anterior.

En el caso particular de Madrid, la cuenta socioeconómica realizada por Guerrero (2003) y ajustada por Vega y Monzón (2004), que se muestra en la tabla 3.17 señala la magnitud y distribución de los costes por modo para el entorno urbano de esa capital, en donde se puede percibir el peso que tienen variables como el tiempo de viaje o los costes de operación, desde el punto de vista de la sociedad. La valoración del tiempo de viaje se ha hecho de forma uniforme independientemente del modo, del tipo de usuario o de la componente del viaje, de acuerdo a lo expresado previamente.

Tabla 3.17: Costes por viaje en la Comunidad de Madrid en 1996

Costes		Metro		Autobús		Coche	
		€	%	€	%	€	%
Operación		0,69	17	0,42	13	4,26	61
Infraestructura		0,008	0	0,0010	0	0,07	1
Tiempo de Viaje		3,22	82	2,72	86	1,85	26
Externos	Accidentes	0,023	1	0,006	1	0,38	5
	Contaminación	0,0005	0	0,0016	0	0,21	3
	E. Invernadero	0,0005	0	0,0014	0	0,18	3
	Ruido	0,001	0	0,0030	0	0,06	1
Total		3,94	100	3,16	100	7,01	100

Fuente: Guerrero (2003) y Vega y Monzón (2004)

De estos resultados pueden extraerse algunas particularidades:

- El tiempo de viaje y los costes de operación son las variables más importantes y su peso conjunto supera, en el caso de Madrid, el 85% de los valores cuantificables.
- El tiempo en el transporte público tiene un peso superior al 80%, mientras que en el transporte privado representa menos del 30% de los costes totales.
- Los costes de operación del coche, pueden ser entre seis y diez veces superiores a los del transporte público, lo cual en gran medida se asocia con la eficiencia del modo (tasas de ocupación).
- Los costes externos pueden representar en el caso del coche, un 12% del total, y en el caso del transporte público, apenas un 1%.
- Los costes de la infraestructura no tienen un peso significativo en ninguno de los casos.
- Un viaje en coche tiene un coste para la sociedad que es, en promedio, dos veces el coste que ese servicio tendría en el transporte público.
- Si se deja de lado el tiempo, los demás costes del transporte privado pueden ser hasta siete veces más altos que los que ocasiona el transporte público.

De esta forma, el esfuerzo que debe hacer la sociedad entra en contraposición con los análisis individuales, en donde algunos costes no se valoran adecuadamente como las externalidades, otros están distorsionados por los impuestos y/o subsidios y otros no son percibidos en su verdadera dimensión en el momento en que se decide viajar, como los costes de capital en el caso de los coches.

Dadas esas diferencias se requiere trabajar conjuntamente con la visión personal o individual, que permite la identificación de las razones por las cuales se deciden las características del viaje, y la visión de la sociedad, que permite establecer las pautas, principios e intereses generales.

Descritas las barreras e identificadas las variables consideradas relevantes en decisiones de elección modal, el capítulo siguiente la metodología propuesta para la identificación, cuantificación y valoración de las potenciales transferencias hacia los modos más sostenibles.

3.6 SÍNTESIS

En resumen y de acuerdo con lo expresado en este capítulo:

1. En las zonas densas y desde el punto de vista de la sociedad, el coche es menos eficiente (consumo energético, uso del espacio, emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero, accidentalidad, ruido, efecto barrera, etc.) y, por ende, es más costoso que modos alternativos como *a pie*, bicicleta o transporte público. Se deberá entonces, aplicar estrategias apropiadas para promover el uso de los modos que causen menos impactos y disuadir del uso de los demás.
2. El reparto modal depende de las características de los modos, de las características de los usuarios, y de las características del sistema de actividades. La baja accesibilidad, los costes, el tiempo de viaje y la desconfianza en la regularidad de los modos alternativos, son considerados factores críticos que dificultan la posibilidad de transferencia de viajeros del coche hacia los otros modos considerados *a priori* como más sostenibles.
3. En las zonas más densas de las ciudades, en donde se cuenta con una mayor accesibilidad al transporte público y en donde los viajes son, en promedio, de distancias más cortas, las dificultades objetivas para la transferencia modal pueden ser menores que en otras áreas y, de hecho, limitarse al tiempo y a los costes percibidos.
4. Está demostrado que, como en todas las actividades cotidianas, las personas tienen un “*presupuesto*” diario de tiempo para viajar, que es independiente de las connotaciones sociales, económicas o culturales y que se ha observado como estable

espacial y temporalmente. En consecuencia, los ahorros obtenidos por los aumentos de velocidad del transporte, pueden ser absorbidos por el sistema y convertidos en más desplazamientos o más largos, con las consecuencias negativas que el incremento de los desplazamientos genera.

5. El tiempo de viaje es una de las variables consideradas relevantes en la elección modal, tanto por las magnitudes empleadas, como por el valor específico que se le asigna a esa variable. Los desplazamientos a pie o en bicicleta, tendrán más dificultades para competir con los modos motorizados, cuando se aumenta la velocidad de viaje y cuando se penaliza la valoración del tiempo en los modos no motorizados.
6. A pesar de la percepción de que el coche es el modo más rápido, en las zonas densas y en un número significativo de viajes, se puede emplear menos tiempo si el desplazamiento se hace en modos alternativos al coche, por las características de la gestión vial, por la densidad del tráfico y por la necesidad de búsqueda de aparcamiento, por ejemplo.
7. El coste económico del transporte es otra de las variables relevantes en las decisiones sobre el uso modal y, a pesar de que en las cuentas socioeconómicas el coche es el modo más costoso, la percepción que tienen los usuarios no concuerda con esas cuentas por varias razones: Los costes de capital y de aseguramiento tienen un peso alto y no son tomados en cuenta en las decisiones cotidianas, no se toman en cuenta directamente los costes de las infraestructuras y, el aparcamiento y las externalidades que tienen una fuerte influencia en las zonas densas por las bajas velocidades y la concentración de actividades y de población, no son en muchas ocasiones considerados como costes por los viajeros.
8. Por todo lo anterior, se considera que el reparto modal actual no es compatible con los costes que esta percibiendo la sociedad, que hay unas variables críticas como el tiempo o los costes, sobre las que es necesario actuar para conseguir ese cambio y, que en las zonas densas de las ciudades, por las características de longitud y tiempo de los desplazamientos, por la concentración de actividades y por la disponibilidad de transporte público, existen mayores posibilidades de realizar una transferencia significativa de viajeros hacia modos más sostenibles.

4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE TRANSFERENCIAS MODALES

4.1 INTRODUCCIÓN

Las características de la movilidad individual han contribuido a una reducción de la densidad urbana (Cervero et al, 1997; Frank and Pivo, 1994), la que a su vez ha reforzado el cambio modal afectando en forma negativa a los viajes *a pie*, en bicicleta y en transporte público, en un círculo vicioso que favorece la dispersión y por ende, la adquisición y mayor utilización del coche, con las consecuencias de congestiones y de costes externos que está asumiendo la sociedad, y que es necesario trasladar a los responsables directos.

Con frecuencia se realizan proyectos de infraestructura o de gestión encaminados a “mejorar” las características del transporte y por ende, a aumentar el bienestar de la población. Los proyectos se deciden generalmente a partir de exhaustivas evaluaciones coste-beneficio de carácter *ex - ante*, de acuerdo con las cuales se demuestra que los mismos generarán importantes ahorros de tiempo que se considera el beneficio más importante en transporte y que típicamente llega a representar más del 70% de los impactos positivos (Ortúzar, 1995; Vilain, 1996; Gunn and Worsley, 1999; Litman, 2003; Monzón y Pardeiro; 2005). Se observa así mismo que una vez realizados los proyectos, los beneficios son marginales a nivel individual, que las demandas de tráfico crecen más allá de lo esperado y que en el medio y el largo plazo, se tienen las obras, pero las condiciones de tráfico pueden ser peores a las de la situación anterior a los proyectos.

De acuerdo con la hipótesis de un presupuesto de tiempo de viaje constante (Zahavi and Ryan, 1980; Schafer and Victor, 2000), y la necesidad que tendrían los usuarios de “emplear o usar” ese tiempo que han ahorrado gracias a los proyectos de infraestructura y gestión (aumentos de velocidad), se observa que la variable tiempo que se ha usado para calificar los proyectos no es la pertinente y que desde el punto de vista de la sostenibilidad, una opción adecuada es la de considerar los cambios en términos de los vehículos-km ahorrados o dejados de utilizar, variable que involucra tanto los costes económicos que implica su utilización como los impactos que se causan sobre el medio ambiente y sobre la congestión y, por ende, sobre los tiempos de viaje.

En un contexto favorable al mejoramiento de la cantidad y calidad del transporte público, en el que cada vez hay una mayor concienciación sobre los impactos que el uso de los recursos está causando al medio ambiente (Gruden, 2003) y en donde se han formulado políticas orientadas a que “quien contamina paga” (EC, 1995a; EC, 1998), la posibilidad de reducción del uso del vehículo particular y la formulación de esquemas orientados a la cuantificación de los beneficios por ese concepto, se observan como adecuadas y pertinentes. De esta forma y como se expresaba en los objetivos de la investigación, se desea establecer:

- Qué potencialidades existen de realizar un cambio modal significativo sin trastornar o interferir en las actividades cotidianas de los habitantes y,
- Cuáles son los beneficios económicos, sociales y ambientales que se tendrían con ese cambio modal.

En primer lugar, se identifica y cuantifica el número de desplazamientos que bajo determinadas reglas y condiciones podrían dejar de ser realizados en coche o vehículo privado y, a cambio, usarían los modos alternativos de que dispone o dispondrá el área de estudio como caminar, usar la bicicleta o el transporte público.

En segundo, se definen y aplican indicadores que reflejen el impacto económico, social y ambiental de los diversos modos de transporte disponibles en el área objeto de evaluación. En este caso se considera el punto de vista de la sociedad y se establecen los beneficios que se obtendría al aplicar estrategias orientadas a la transferencia modal desde el coche.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados es indispensable contar con una matriz de demanda de viajes, que describa la magnitud y las características de los desplazamientos y de los viajeros, un modelo de transporte que permita representar la interacción entre la demanda y la oferta de viajes y en donde se reflejen los proyectos o estrategias que se desea implementar y un modelo de costes que evalúe el impacto socioeconómico y ambiental de cada uno de los modos de transporte en competencia.

La figura 4.1 muestra el esquema de trabajo seguido para establecer tanto el potencial de cambio desde el coche, como la evaluación de los beneficios socio-económicos que se derivan de las estrategias orientadas a ese cambio modal.

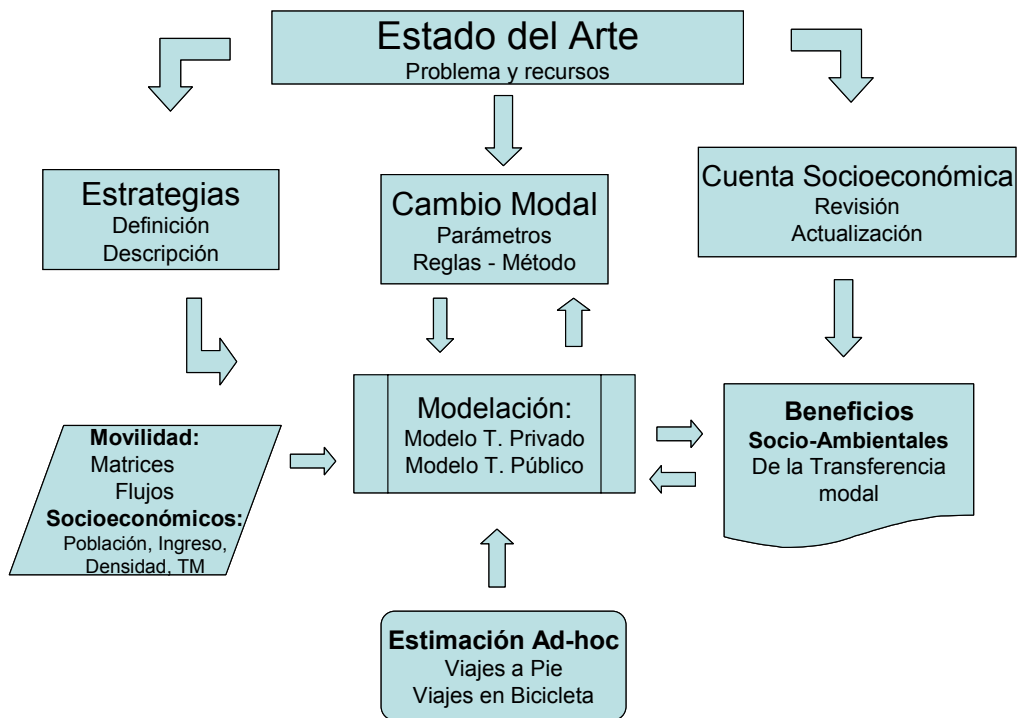


Figura 4.1: Esquema metodológico de cuantificación de los beneficios derivados del cambio modal.

El coche ha pasado de ser un bien suntuario a ser un producto de uso cotidiano que es cada vez más fácil de adquirir, operar y mantener, que induce una importante demanda adicional, que reemplaza a los modos típicamente usados para las distancias cortas como el caminar o la bicicleta (Mackett and Robertson, 2000; Rietveld, 2000; Thorson and Robusté; 1998, Pucher et al. 1999), que ejerce impactos significativos sobre el medio ambiente y que ha favorecido la dispersión de la población.

Se pretende estimar cuántos de los viajeros de una zona densa, que actualmente utilizan el coche, pueden seguir realizando su programa de actividades cotidianas sin alteración alguna, en un modo de transporte que desde el punto de vista de la sociedad implica un menor coste (figura 4.2) y, en principio, sin incrementar su presupuesto de tiempo de viaje (posteriormente se permitirá pequeños incrementos en dicho presupuesto para observar el potencial que se tendría a partir de determinadas actuaciones o estrategias).

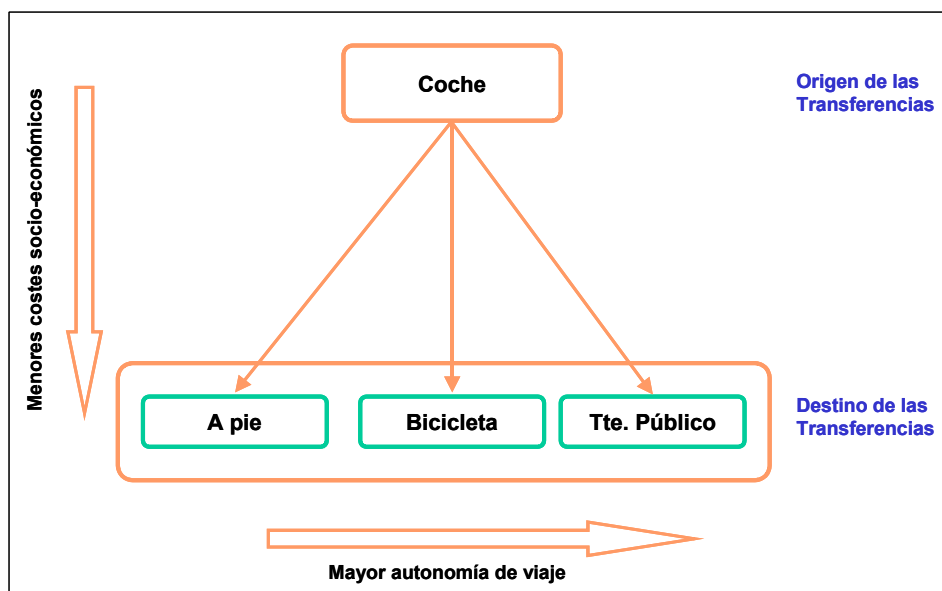


Figura 4.2: Los modos a considerar en las transferencias

Se habla de zonas densas en términos tanto de las actividades socioeconómicas, como de los residentes por unidad de área, típicas de los centros históricos y geográficos de muchas ciudades. Se caracterizan por el alto coste del suelo, la realización de viajes de corta distancia, las bajas velocidades de operación vehicular, la baja disponibilidad de

aparcamientos y la alta oferta de transporte público, factores que en general favorecen la competencia entre el coche y otros modos de transporte disponibles.

4.2 PRINCIPIOS PARA LA TRANSFERENCIA MODAL.

Cuando se habla de la transferencia modal, se hace referencia al reemplazo real o potencial de un modo de transporte utilizado en la actualidad, por otro que desde determinados puntos de vista es más conveniente para quien lo usa o para quien lo promueve. De acuerdo con el capítulo tercero, se considera que la sociedad está soportando unos costes más altos que los que debiera y que por lo tanto, necesita aplicar medidas tendientes a corregir o eliminar esas diferencias. Las estrategias para un transporte sostenible a que se hizo mención en el capítulo segundo, son un buen ejemplo de las medidas a aplicar.

Cuando se habla de potencial, se hace referencia a algo que puede ocurrir, dadas unas circunstancias determinadas. El objetivo es la cuantificación de los usuarios del coche que podrían cambiarse a otro modo, sin que ese cambio implique modificaciones en las actividades, es decir, que los viajeros puedan seguir realizando sus rutinas tradicionales y que empleen un tiempo igual o inferior en sus desplazamientos.

Ahora bien, para que esa demanda de transferencias considerada como latente o potencial se convierta en realidad, las autoridades deberán aplicar aquellas estrategias más apropiadas para la consecución del óptimo social (second best) y que pasan por ejemplo, por la aplicación de políticas de disuasión al coche (aparcamientos, peajes, gestión de tráfico) y por la promoción y potenciación de los modos alternativos a este (calidad de la oferta de transporte público y tarifas, disposición y equipamiento de las infraestructuras para los modos no motorizados, prioridades en el uso del espacio).

La estimación de las transferencias se realiza bajo la hipótesis de que “el tiempo y los costes de viaje son las variables más importantes en la elección modal y que la población dispone de un presupuesto de tiempo para viajar, que es constante y estable y que por lo tanto, mientras sus desplazamientos diarios no superen ese presupuesto, se continuarán realizando las actividades cotidianas, sin importar el modo de desplazamiento utilizado”.

El procedimiento se estructura a partir de una idea aplicada para la determinación de viajes transferibles en las ciudades de París y Lyon, en Francia (Bonnel, 1998; Bonnel, Caubel y Massot, 2003), que consideran las peculiaridades y la evolución de los viajes cortos (Mackett and Robertson, 2000; Mackett; 2003) y que se esquematizan en una serie de principios, etapas y normas que han sido revisados y ajustados de acuerdo con las características de la información y enmarcados en el denominado presupuesto de tiempo de viaje diario.

La metodología consiste en un proceso sucesivo orientado a comparar el uso de los modos alternativos disponibles desde el punto de vista de las variables más relevantes, a cuantificar cuál sería la magnitud de viajes transferibles a los modos de menores costes e impactos y a establecer las diferencias socioeconómicas y ambientales en un entorno de mejora de la oferta del transporte colectivo y de promoción de los modos no motorizados.

El proceso de identificación y cuantificación se basa en tres elementos principales: Las encuestas de demanda que periódicamente se realizan a nivel urbano y en las que se estiman las características de los viajes y de los viajeros, el modelo de transporte que representa o simula el comportamiento de los usuarios dadas ciertas condiciones (distancias, tiempos, opciones) y un modelo de costes que describe cómo es el impacto del uso de cada uno de los modos.

Ahora bien, dependiendo de la magnitud de las transferencias y de los niveles de congestión, el impacto sobre el tráfico puede ser significativo (que es lo deseable), con lo cual, pueden cambiar los tiempos y el coste generalizado de viaje (incrementos de la velocidad del tráfico, por ejemplo), conduciendo a un proceso iterativo o dinámico de convergencia o de búsqueda del equilibrio en la asignación de los flujos de tráfico.

Desde el punto de vista de la sociedad y en el marco de las estrategias de transporte sostenible, es deseable que los espacios dejados por los flujos transferibles sean copados por el transporte público y/o por los modos no motorizados, pues la intención es que esos modos alternativos sean cada vez más competitivos y capten cada vez una mayor demanda desde los coches y no al contrario.

A continuación se describen los principios en los que se basa el procedimiento de transferencia modal:

4.2.1 El hogar como unidad socioeconómica y estadística

Las características de la mayoría de los desplazamientos y en particular, los relacionados con el trabajo y el estudio, tienen un fuerte vínculo con las características del hogar. La ubicación de la vivienda y la posesión y uso del vehículo privado están ligados con las particularidades del hogar, al cual corresponde un cierto nivel de renta (suma de los ingresos de los miembros del hogar) y la asignación de diferentes roles o actividades a cada uno de los individuos que lo conforman, como los que se relacionan con quién usa el coche, quién acompaña al niño al colegio, quienes, con qué frecuencia y en qué lugares realizan las compras, entre muchas otras actividades.

De esta manera, algunas personas realizan más viajes que otras por la delegación de responsabilidades que en ese entorno le han sido asignadas, con lo cual puede decirse que la variación en el número medio de desplazamientos es menor a nivel de hogares que a nivel de individuos (Dounes and Morrel, 1981). En cuanto tiene que ver con el ingreso y las responsabilidades, se observa una relación estrecha entre aspectos como el número de coches y el número de personas en el hogar, o entre el número de coches y el número de personas que trabajan; así mismo, entre la posesión de vehículos y la presencia de niños pequeños, etc., aspectos estos que no pueden ser analizados adecuadamente si cada uno los individuos son aislados de su entorno familiar.

Ahora bien, desde el punto de vista de la toma de información y de la modelización del sistema de transporte, se percibe que el hogar es una unidad muestral que aporta grandes beneficios en la medida en que muchas de las estadísticas de tipo demográfico, económico o social se explotan a ese nivel y, por ende, las relaciones, comparaciones, estimaciones y evaluaciones, son pertinentes sólo para ese grupo social, que posee unos ingresos determinados y que asigna funciones específicas a cada uno de sus miembros (Chamorro et al, 2004).

4.2.2 La independencia de los viajes.

Se parte del supuesto de que en cada momento, las personas tienen información perfecta y evalúan la relación entre los beneficios y los costes de las acciones que emprenden y que por lo tanto, actúan escogiendo aquel camino que les maximiza su utilidad personal (*homo economicus*). A nivel urbano, cada persona realiza alrededor de tres viajes diarios (Lecler et al, 2004), por lo que necesitará tomar decisiones otras tantas veces sobre la forma y características de sus desplazamientos. La mayoría de

esas decisiones son realizadas por motivos obligados como estudio o trabajo, por lo que en ocasiones se convierten en hábitos, sobre los que se razona o se piensa menos (Jakobsson et al, 2002), actuando en forma casi *automática*.

Bonnel et al. (2002) plantean que muchas de las decisiones de viaje están condicionadas por actuaciones anteriores o por viajes que deberán realizarse posteriormente y que el conocimiento de algunas de ellas es fundamental para describir y modificar determinados hábitos; así por ejemplo, la necesidad de acompañar a una persona mayor en un trayecto del viaje, o de dejar al niño en el colegio, o de realizar compras antes de regresar a casa, pueden condicionar el que se utilice el coche para unos determinados desplazamientos que, de otra forma, no se hubiese usado. Si se definen algunos elementos, se pueden precisar los conceptos:

Para Ortúzar y Willumsen (1994) *el viaje* es un movimiento o desplazamiento en un sentido desde un punto de origen i hasta un destino j , por un individuo n y con un motivo k (v_{ij}^{nk}), al que también podrían agregarse más características, como la vía y el modo utilizados. Ahora bien, para otros autores un viaje es todo el conjunto de desplazamientos que realiza un individuo desde un punto de partida hasta el regreso al mismo (circuito), por ejemplo, el hogar; en este caso, ese viaje así definido está conformado por al menos dos desplazamientos (Ministerio de Fomento, 2000), pues en ocasiones los desplazamientos no son sólo de carácter pendular, sino que pueden incluir otros recorridos con otros objetivos (motivos) y características, como sucede con los viajes no basados en el hogar (NHB).

El *circuito* es entonces la secuencia de desplazamientos o movimientos que terminan donde habían iniciado (ver figuras 4.3 y 4.4). Si el hogar se ha definido como el foco, o base de los desplazamientos, entonces puede asociarse con el punto inicial y final de todos los circuitos realizados por sus miembros. Esta definición es idéntica a la que se utiliza para viaje en Movilia (Ministerio de Fomento, 2000) y es similar al denominado como "*boucle*" utilizado en París y Lyon (Bonnel, Caubel y Massot, 2003).

Entre las particularidades del circuito o bucle, está el asociar al modo usado en el primer desplazamiento, como el modo de todo el bucle, que funciona bien para los viajes en coche en los circuitos o bucles simples, porque en este caso el usuario realizara todos los desplazamientos sin cambio modal (figura 4.3). En el caso de bucles complejos, como se observa en la figura 4.4 y que es muy frecuente en las zonas densas, los viajeros pueden usar el coche hasta el lugar de empleo o estudio y usar otros modos

para los demás viajes, con lo cual, la asociación del coche a todo el bucle, no es un fiel reflejo de la realidad, generando una sobreestimación.

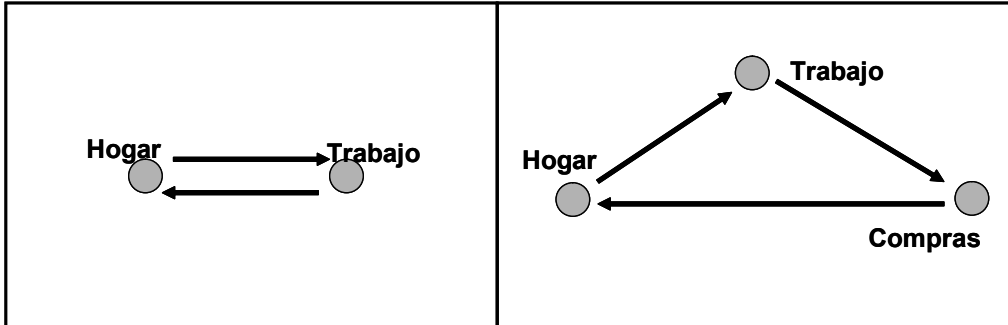


Figura 4.3: La interdependencia entre viajes y la definición de bucle.

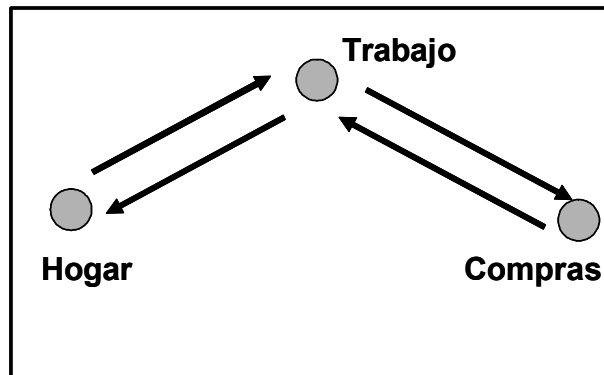


Figura 4.4: Un bucle más complejo (cuatro viajes o desplazamientos).

Si la interdependencia se entiende como una relación recíproca, es posible que cada uno de los viajes que pertenezcan a esa relación, se condicione desde el punto de vista modal por los desplazamientos que se realizaron antes o que se ha planeado realizar posteriormente. Así, es factible que los viajes de regreso al hogar, utilicen el mismo modo que los viajes de ida o, que dado que se tenga previsto realizar compras al regreso, se escoja para el viaje de ida el coche, o que dado que no haya zonas de aparcamiento en un determinado destino, se decida utilizar el transporte público para el conjunto total de los desplazamientos, o al menos, para una parte de ellos, por ejemplo.

Parece evidente que la utilización del coche en el desplazamiento inicial desde la vivienda, condicione el que los demás desplazamientos de ese circuito se realicen en coche, salvo contadas excepciones, que se asocian por ejemplo, con aparcamientos de disuasión en la periferia de las ciudades, o la imposibilidad de aparcar por disponibilidad o precio en zonas específicas (figura 4.3). Así mismo, el hecho de que en el desplazamiento inicial no se utilice el coche, define el que en los demás movimientos se utilicen modos alternativos al vehículo privado.

De esta forma la caracterización, descripción y cuantificación de los “*circuitos*” puede ser más importante en el reparto modal que la de los “*viajes*”, suponiendo por lo tanto, un cambio en el enfoque tradicional que ha considerado y evaluado de forma independiente cada uno de los desplazamientos y roles o actividades que deben cumplir los individuos (White, 1995).

A pesar de los argumentos a favor de la posición de que el circuito es una buena medida para explicar y representar los desplazamientos de una ciudad, su uso supone problemas relacionados, por una parte, con la disponibilidad y gestión de la información y, por otra, con la interdependencia a que se ha hecho mención, especialmente en los bucles complejos, que impide el que se haga una cuantificación correcta de la utilización modal en cada uno de los desplazamientos del circuito.

En el primer caso, la mayoría de las encuestas se basan en el concepto de viaje y no se utiliza o explota la información integrada con la secuencia de desplazamientos anteriores y posteriores al que se está analizando (en Madrid, fue imposible acceder a la información sobre la cadena o secuencia de viajes) y las herramientas computacionales disponibles a nivel comercial como EMME/2, VISUM o TRANSCAD, no poseen un módulo que permita procesar y evaluar la información con esas características. En segundo lugar, el agrupamiento de los desplazamientos desde el punto de vista espacial, crea dificultades en lo temporal, pues cada uno de los desplazamientos que conforma un circuito o bucle, puede ocurrir en momentos diferentes del día (puntas o valles), con lo cual se exige que se aísle cada uno de los desplazamientos que conforman el circuito, para realizar el análisis pertinente.

En el caso de Madrid como en el de otras grandes ciudades, más del 90% de los desplazamientos son basados en el hogar (HB), con lo cual, el error en que se puede incurrir al no tomar en cuenta la interdependencia que se genera en bucles con más de dos desplazamientos, es significativamente bajo y, por otra parte, la elección modal depende en muchas ocasiones de hábitos (Jakobsson et al, 2002) y el usuario en esos

casos ni siquiera se plantea la elección modal, por lo que desde un punto de vista práctico, la utilización del concepto de viaje continúa siendo pertinente.

4.2.3 Mantenimiento de las actividades habituales.

Con este principio se desean manifestar dos aspectos que se consideran fundamentales:

- Que los cambios modales que se introduzcan no afecten o alteren las actividades, el momento y el lugar en el que cotidianamente son realizadas por los ciudadanos y,
- Que las dinámicas que se generan alrededor de un uso más eficiente de la vialidad o de determinados modos, no inducirá la realización de nuevas actividades y, por ende, de más desplazamientos, viajes o circuitos; es decir que no se toman en cuenta los viajes inducidos o los cambios producidos por una reducción del coste generalizado de viaje.

Así, de los procedimientos de cambio modal se excluyen todos aquellos circuitos o desplazamientos en los que se perciba que el coche es indispensable para la realización de las actividades previstas, como por ejemplo, en los viajes que tienen como motivo el acompañamiento de niños o ancianos, los de compra periódica de bienes de consumo o los viajes que se realicen en horas de la noche y en donde se pueda comprometer la seguridad. En casos como los enunciados, la transferencia no es realista y si ocurre, podría afectar la realización de las actividades cotidianas que, como se dijo, se intenta evitar.

Por otra parte, es posible (y deseable) que la transferencia modal sea no marginal, y que se produzca una reducción significativa de los flujos de tráfico y por ende una reducción del tiempo medio de viaje (coste generalizado). Esa transferencia no marginal puede entonces generar una dinámica con influencia sobre las decisiones de viaje e induciendo más viajes o más largos y a atraer a nuevos usuarios hacia el coche, anulando o reduciendo los beneficios obtenidos con la transferencia modal inicial.

En este caso y en el marco del transporte sostenible, se ha supuesto que las transferencias desde el coche no inducirán cambios en los costes de viaje de quienes no realizan la transferencia, sino que, la capacidad vial remanente, se asignará a los modos alternativos, disponiendo de más carriles solobús, de andenes más amplios para los

peatones, de espacios apropiados para los flujos de ciclistas y de mayores tiempos en los cruces para los usuarios de los modos no motorizados, por lo que la dinámica debe verse más desde el punto de vista de la competitividad de los modos alternativos y por ende, de un incremento en las transferencias. Aquí es donde se observa como muy significativo el que las medidas orientadas a la disuasión del uso de unos modos se acompañen de la potenciación de aquellos considerados como más sostenibles, copando espacios y creando así sinergias ideales.

Ahora bien, para el caso de la ciudad de Madrid y una vez se cuente con un modelo integrado de transporte público y privado, se puede considerar el estudio y análisis del efecto que las transferencias causan sobre el nivel de congestión y por ende, sobre la reasignación de flujos, en un esquema iterativo de búsqueda del equilibrio, pero al margen de ello, lo fundamental es que la capacidad disponible, obtenida por el proceso de las transferencias, sea ocupada por los modos alternativos al coche, en la búsqueda de una mayor competitividad y por ende de mayor sostenibilidad.

4.2.4 Respeto del presupuesto de tiempo

El mantenimiento del presupuesto de tiempo puede señalarse como la primera condición para la cuantificación de la posible transferencia. Se espera ofrecer y evaluar la presencia de alternativas que tengan una duración que sea similar o inferior a la de los desplazamientos en coche en las condiciones actuales.

Una de las principales barreras con que se enfrenta el cambio modal desde el vehículo particular es el tiempo de viaje (Halden, 2003; Mackett and Robertson, 2000; Stradling, 2002), que en ocasiones se constituye en un verdadero lastre para el transporte público y los modos no motorizados, tanto por la magnitud real del tiempo empleado, como por la percepción de tiempos aún mayores a los reales (penalización de situaciones percibidas como molestas).

La percepción afecta negativamente a los modos considerados “menos cómodos”, que en el ámbito urbano y en las zonas más densas, corresponden al transporte público y a los modos no motorizados. En el caso de estudio por ejemplo, la información sobre el tiempo de viaje proviene de una encuesta domiciliaria (EDM’96), en la que se preguntó a los viajeros por los tiempos de salida y llegada de sus viajes y como lo menciona Ortúzar (2000), es posible que se produzca un sesgo que penaliza de forma sistemática a los modos diferentes al coche, aumentando su tiempo de viaje a pesar del supuesto

de que la indagación del tiempo a través de hitos temporales (como de hecho se hizo), podría reducir ese sesgo.

Ahora bien, las personas tienden a establecer un presupuesto de tiempo para sus viajes, al igual que fijan un cantidad de tiempo para otras actividades (trabajar, descansar, consumir). La figura 4.5, muestra la distribución del tiempo de acuerdo a estimaciones realizadas por Zsalaj en 11 países y citado por Schafer (2000). En este caso y ante evidencias de aumentos en el tiempo de trabajo, una de las pocas variables que permanece constante (alrededor de 1,2 horas diarias), es el tiempo de viaje, ya que otras como el consumo de alimentos, el tiempo de ocio e inclusive el dormir, reducen sus valores de tiempo para permitir los aumentos en el tiempo de trabajo, lo cual no deja de ser sorprendente.

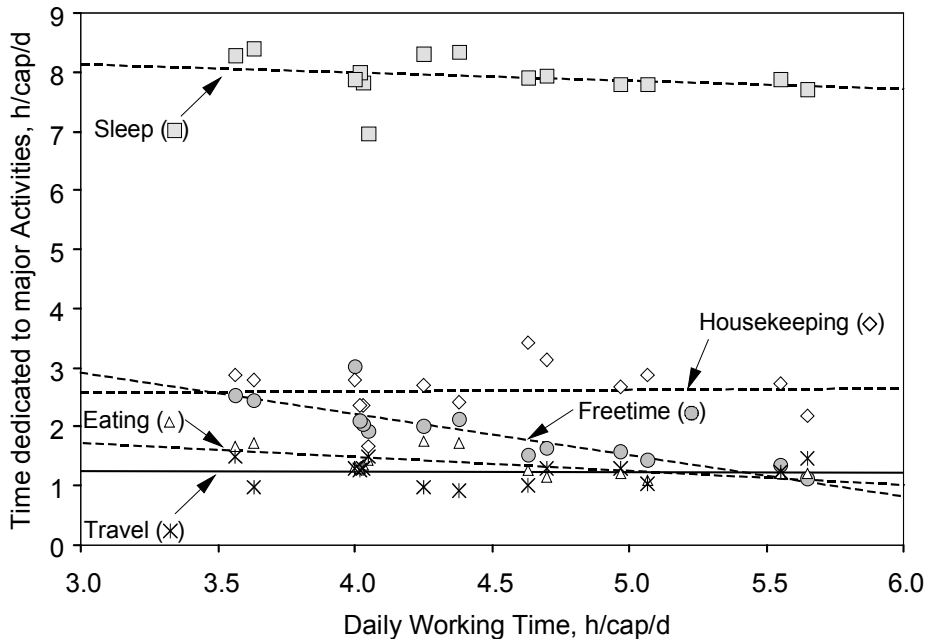


Figura 4.5: El tiempo dedicado a las diferentes actividades de acuerdo con las horas de trabajo diarias. Cifras de 11 países (Schafer, 2000)

Ese tiempo que se dedica diariamente a los desplazamientos – *presupuesto de tiempo de viaje*, se ha observado como constante o invariable en los últimos 30 años, independientemente del contexto social, económico o cultural (Zahavi, 1974; Schafer and Victor, 2000; Chen and Mokhtarian, 2002; Metz, 2004; entre otros) y de los cambios

tecnológicos que ha sufrido el transporte y el sistema de actividades, como se ha mencionado en los capítulos previos.

Al reducir los tiempos de viaje a través de los aumentos de velocidad y capacidad (por ejemplo, por la construcción de infraestructuras), la reacción ha sido un aumento en el número de viajes y/o en las distancias de éstos. De acuerdo con Metz (2004), la distancia media de viaje se ha incrementado en los últimos 30 años en un 50%, mientras el tiempo diario dedicado al transporte ha permanecido constante. Por tanto, ese aumento de los desplazamientos depende de los incrementos en la velocidad ya que el número de viajes per cápita también ha aumentado.

Ese presupuesto de tiempo es un valor para las ciudades o las regiones, que en promedio y en términos agregados ha permanecido invariable (Joly, 2004) y de ahí la necesidad de que se realice una separación de la población de interés, en estratos o grupos para los que se pueda estimar cual es su tiempo y por ende, si tienen o no margen de crecimiento. Ese presupuesto es un límite inicial que permitirá evaluar la pertinencia y por lo tanto, la competitividad o no de determinados modos de transporte alternativos al coche.

Si ese presupuesto permanece estable, el conocimiento de los tiempos de viaje de los usuarios en los diferentes modos permite abocar dos aspectos fundamentales: La posibilidad de que los desplazamientos se puedan realizar en modos alternativos que en la actualidad están empleando un tiempo igual o menor al del coche y, la posibilidad de que algunos usuarios no estén usando todo el presupuesto de tiempo y puedan aún aumentar el tiempo de sus desplazamientos sin que se vean afectadas sus actividades cotidianas (usar modos más lentos o en apariencia, menos competitivos).

4.2.5 Especialización modal.

Los diferentes modos de transporte pueden especializarse en un segmento de mercado, de forma que compitan allí con mejores argumentos, así, se ha observado que el transporte en autobús es más demandado por las personas mayores por aspectos como la accesibilidad, la reducción de trasbordos o la menor preocupación por el tiempo de viaje; el transporte guiado es más demandado por la población que trabaja, por percibir que es un modo confiable en los horarios y tiempos de viaje; Desde el punto de vista geográfico, desplazarse *a pie* o en bicicleta podría asociarse con zonas densas, con usos

del suelo mixto y en donde las velocidades del transporte público y de los coches son bajas y así mismo, la utilización del coche podría asociarse con áreas de muy baja densidad, con usos del suelo especializados, con disponibilidad de infraestructuras y con altas velocidades.

La segmentación del mercado será específica a cada caso en particular y, en principio, de acuerdo a lo expresado en la introducción del capítulo tercero, se puede hablar de modos más sostenibles o de modos con menores costes sociales a los desplazamientos *a pie*, a la bicicleta y al transporte público, permitiendo tener en cuenta su competitividad potencial en términos de distancia, de tiempo y de costes, como variables objetivamente mensurables desde el punto de vista de la sociedad.

Las zonas densas de las ciudades son propicias para la promoción, desarrollo y consolidación de los modos no motorizados como el caminar y la bicicleta, por razones como la distancia media de los desplazamientos, el tiempo y la velocidad de los modos en competencia, la sensación de seguridad y la disponibilidad de equipamientos y mobiliario urbano pertinentes, aspectos que en general, son difíciles de reunir en las áreas en donde la población y las actividades se encuentran dispersas.

Entre las zonas densas y las áreas circunvecinas, dadas las actividades y las características de la vialidad, los modos de transporte motorizado pueden mantener velocidades altas, haciendo poco competitivos los desplazamientos *a pie*, pero en donde aún puede ser pertinente el uso de la bicicleta y por supuesto el transporte público, que no tiene problemas de autonomía, que puede mantener velocidades similares a las del coche y que no presenta los problemas asociados con la búsqueda de aparcamiento.

Dentro de la almendra de Madrid, de los más de 1,3 millones de viajes que se realizan, cerca del 60% se hacen a distancias inferiores a 2,0 km y menos del 15% superan los 4,0 km, de forma que, la distancia promedio de viaje es de 2,2 km y el tiempo medio dedicado a ellos de 21 minutos, lo cual habla de velocidades medias de viaje de 6,5 km/h, que es apenas superior a la velocidad de los peatones.

Las velocidades medias de los vehículos motorizados en áreas como la de interés, no superan los 20 km/h, pero si se tienen en cuenta los tiempos de acceso, de espera, de aparcamiento y de dispersión, esa velocidad media puede reducirse a menos de 10 km/h, con lo cual, los viajes *a pie* para las distancias más cortas y los viajes en bicicleta para las demás distancias, pueden ser las soluciones más apropiadas.

Debe entonces tenerse en cuenta la autonomía de viaje, de acuerdo con la cual, hay unos límites máximos de distancias y de tiempos, que se está dispuesto a caminar o a ir en bicicleta con relativa comodidad y que dependen del viajero (edad, motivo, actividad), del entorno (cultura, topografía, clima) y por supuesto de la infraestructura vial (seguridad, fluidez).

Las cifras señalan que dentro de la almendra, el 46% de los viajes se realizan *a pie* y menos del 0,1% en bicicleta, aunque es posible que haya una subestimación por las características de la encuesta y porque como señalan Litman (2004b) y Rietveld (2000), muchos de los desplazamientos de corta distancia en modos no motorizados no se reportan. Desde el punto de vista del kilometraje, los viajes a pie representan el 21%, que es una cifra significativa pero que aún es susceptible de crecer; en cuanto a bicicleta, que se observa como un modo con mucha potencialidad tanto por las distancias a cubrir, como por la topografía y el clima, pero que no es usado, posiblemente por la ausencia de una infraestructura vial y de medidas de política, orientadas a su utilización como modo de desplazamiento cotidiano.

De acuerdo con estadísticas europeas (EC, 1999b), el uso de la bicicleta en España es muy reducido (sólo el 4% son usuarios habituales y en términos per cápita recorren 24 km al año, frente a Bélgica o Alemania con más de 300 km anuales per cápita o Dinamarca u Holanda con más de 1000 km por habitante y año) y orientado particularmente a actividades de recreación y ocio (Torres, 1993). Se achacan a su bajo uso razones principalmente culturales, que le asignan un papel marginal y asociado con estereotipos, pero también pueden tener responsabilidad las administraciones públicas, que no le consideran un modo de transporte alternativo y no han dotado a las áreas urbanas de las infraestructuras adecuadas (Stangeby, 1997; Tolley, 2001).

Para los desplazamientos entre la almendra y las otras coronas, la competencia puede darse entre el coche por un lado y la bicicleta (con las limitaciones de la distancia y el tiempo expresados) y el transporte público, por el otro. En este caso sigue siendo importante la velocidad en la zona densa y entre más cortas sean las distancias, la competencia y la posibilidad de transferencia será mayor. Frente a la periferia, por ejemplo, la distancia media es de 7,5 km (distancia considerada por algunos como el límite del radio de acción de la bicicleta) y en donde cerca de 500.000 viajeros se desplazan diariamente en coche; puede pensarse en una alta potencialidad de transferencia y en altos beneficios socio-económicos.

Con esas particularidades, la transferencia potencial de viajes de unos modos a otros, se puede formalizar a través de unas reglas que incluyan esas variables (tiempo, coste y distancia) pero que así mismo, consideren las características de los usuarios y los motivos que les induce a la realización de sus desplazamientos (Massot et al, 2000; Bonnel, 1998).

4.3 MODELIZACIÓN PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LAS TRANSFERENCIAS

4.3.1 Generalidades

Se puede hacer referencia a la modelización como el proceso de representación de la realidad para lograr una mayor claridad conceptual acerca de ella, reduciendo su variedad y su complejidad a niveles que puedan ser comprendidos y especificados.

En el ámbito del transporte y desde hace más de 50 años, se utilizan modelos de carácter predictivo o de causalidad, con el propósito de plantear relaciones funcionales que tengan permanencia en el tiempo y que por ende faciliten las tareas de pronóstico. A pesar de los avances en la comprensión de los fenómenos y de la velocidad y la capacidad de los sistemas computacionales, dicha modelación presenta aún importantes limitaciones que como lo menciona Ortúzar (2000), se relacionan con el gran número de variables de interés, la magnitud y complejidad de objetivos que se persiguen con su implementación y las características de muchos fenómenos, para los cuales aún no hay teorías sólidas.

A pesar de ello, se reconoce que las tareas de modelización son de gran ayuda para el desarrollo y consolidación de teorías y que una de las grandes dificultades o limitaciones para su más rápido avance es la disponibilidad de información en cantidad y calidad pertinentes.

En general, las actividades de planificación del sistema de transporte y en particular las de modelización, están contenidas como se observa en la figura 4.6, en esquemas típicos de planificación general, de acuerdo con las cuales se definen problemas u objetivos, se realizan las tareas de documentación o de recolección de datos, se construyen modelos que simulen la situación actual y los impactos esperables de las actuaciones, y se implementan las soluciones evaluadas como pertinentes.

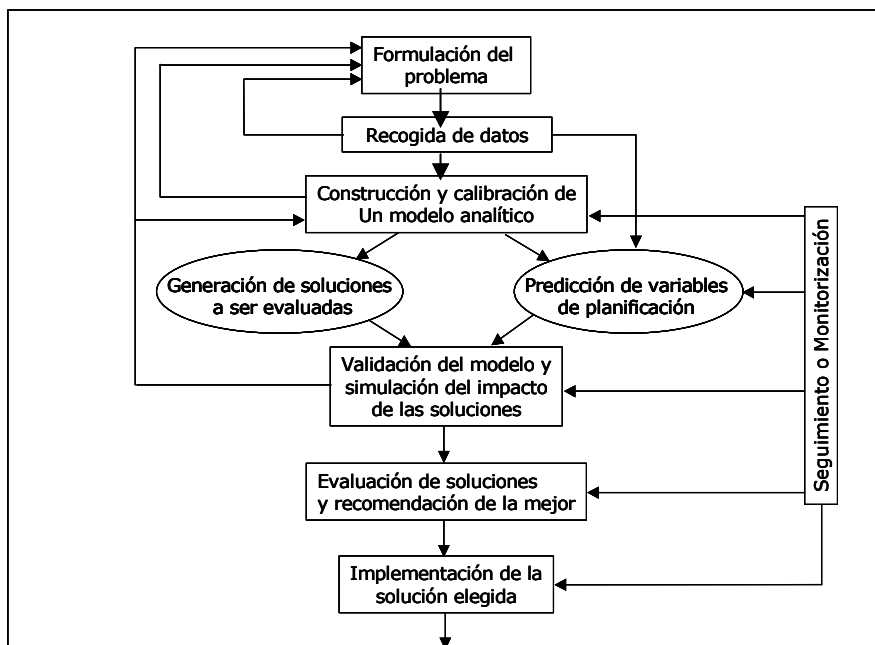


Figura 4.6: El esquema general de planificación
Fuente: Ortúzar and Willumsen (1994)

Dados los principios que precisan el marco de actuación para la identificación y cuantificación de las transferencias y reconociendo que con la modelización se hace una abstracción o simplificación del fenómeno, se describe a continuación la forma como se ha realizado el procedimiento de representación tanto del sistema de transporte, como de la interrelación entre éste y el sistema de actividades, que dan lugar a los flujos de tráfico (figura 4.7) y cómo en ese esquema, se inserta la valoración del potencial de transferencia y las posteriores evaluaciones relacionadas con los beneficios que la sociedad podría obtener.

La representación del sistema de transporte de una región o ciudad, en la que miles e inclusive millones de viajeros toman decisiones sobre el destino de sus desplazamientos, los periodos en que los realizan, el modo que utilizan y el itinerario que eligen, entre otras, es una actividad compleja que demanda el uso de instrumentos y procedimientos de modelización y de la cual se espera que muestre la realidad de manera simplificada, que permita comprender mejor los fenómenos de interés, que sea

de fácil actualización y que permita la evaluación previa (ex ante) y posterior (ex post) de proyectos, medidas o estrategias que se desee implementar.

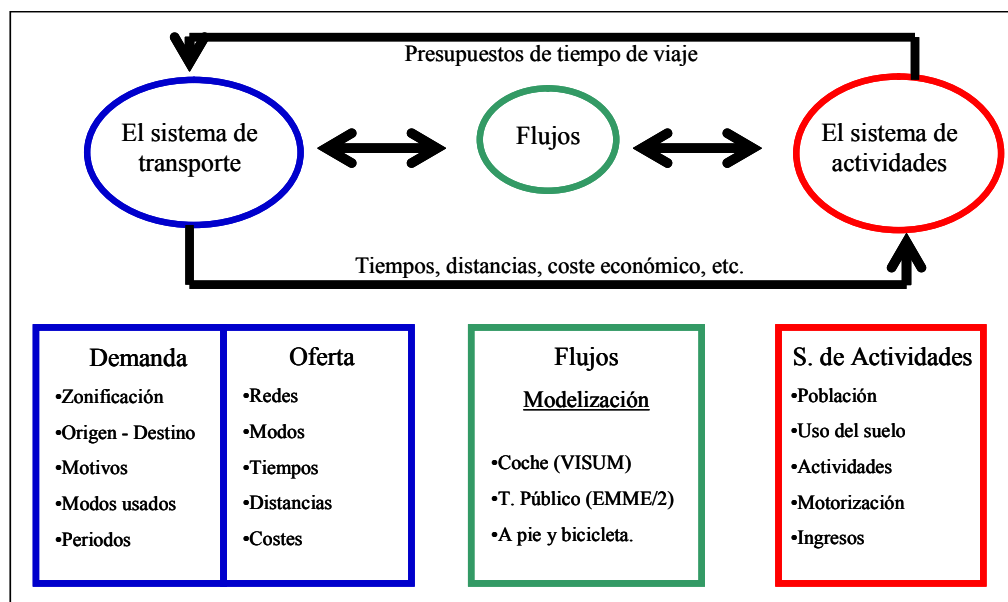


Figura 4.7: Interrelación básica entre el sistema de transporte y el sistema de actividades

Se hace referencia al sistema de transporte en un momento determinado y en un espacio específico, como aquel constituido por una red o un conjunto de redes (si se diferencian por ejemplo a nivel modal), por un sistema de gestión (en el que se precisan las reglas de actuación, como por ejemplo la velocidad máxima) y un conjunto de modos de transporte que compiten entre sí o que se complementan.

El sistema de actividades en entonces el complemento del sistema de transporte y se relaciona con la población y su nivel de renta, a sus sistema político y administrativo, a las actividades económicas, sociales y culturales, y a la forma como se distribuyen esas actividades en el espacio geográfico (uso de suelo), principalmente.

De acuerdo con Manheim (1979) y la figura 4.7, esos dos sistemas interactúan o se interrelacionan y producen los flujos de tráfico, que tendrán unas características de intensidad, velocidad, tiempos, costes, entre otros, y que se replican sobre los sistemas enunciados, haciendo que reaccionen y generen unos nuevos flujos, en un proceso continuo de acción y reacción.

De esta forma, es posible entonces, identificar y valorar las reacciones que en términos de los flujos, se podrían presentar como consecuencia de determinadas acciones, medidas o políticas que se ejecuten o apliquen sobre el sistema de transporte directamente o sobre el sistema de actividades.

A continuación y en ese ámbito, se hace una descripción de los viajes de interés, de los procesos de zonificación, de las necesidades de información y de la representación del funcionamiento de los distintos modos de transporte en la zona objeto de estudio, para la aplicación de los procedimientos de transferencia modal. Para ambientar esa descripción, se acompaña de las particularidades del caso de estudio de la almendra de la ciudad de Madrid.

4.3.2 Identificación de los viajes de interés

La definición de un área de estudio y la identificación geográfica de los desplazamientos son tareas iniciales que deberán ser consideradas y, en esa medida, la disponibilidad de información y la posibilidad de utilización de un modelo de representación de los desplazamientos para todos y cada uno de los modos, es fundamental.

Por las particularidades asociadas con la concentración de las actividades y la dispersión de la población (viviendas), las zonas urbanas densas concentran los mayores problemas de congestión y de externalidades, pero así mismo, muestran las mejores posibilidades para la aplicación de políticas relacionadas con la transferencia modal desde el coche (bajas velocidades, distancias cortas, ausencia de espacios para el aparcamiento).

Este tipo de estudios puede orientarse entonces a la zona que desde el punto de vista histórico, político o administrativo es o ha sido el centro de la ciudad, pero así mismo, puede aplicarse a otras áreas que sin cumplir las características anteriores son consideradas áreas con alta densidad de actividades cotidianas y por ende, generadoras de empleo y atractoras de población.

A pesar de que los problemas y las posibles soluciones se concentran en esas áreas densas, el análisis y evaluación no puede limitarse a dicha área, pues como se verá en

el caso de Madrid, la fuerte interacción entre estas zonas y las áreas circunvecinas o periféricas, que en todo caso cuentan con menor accesibilidad al transporte público por ejemplo, generan una parte significativa de los problemas, por la mayor utilización del coche y por el desequilibrio entre los viajes que entran y los viajes que salen a lo largo del día de dicha zona.

Puede hacerse referencia entonces a dos grandes áreas concéntricas una más general que puede identificarse como *el área de interés* y la otra contenida en la anterior, que sería *el área de detalle*. La diferencia principal será el nivel de detalle de la información y por supuesto, en los tamaños de la zonificación.

De esta forma, serán objeto de análisis y por lo tanto de transferencia, todos los desplazamientos en coche que tengan su origen, su destino o ambos, en la zona densa o área de detalle. Alrededor de la zona densa elegida se dibuja una frontera virtual de forma que todos los desplazamientos internos y los que crucen esa línea sean objeto del análisis y del estudio de su posible transferencia, como se puede ver en la figura 4.8.

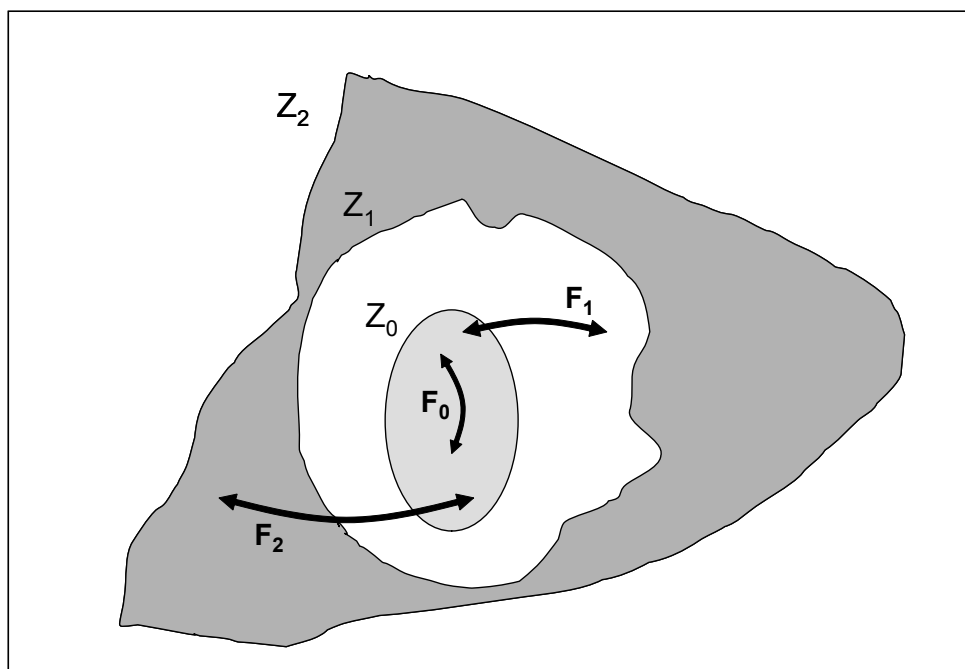


Figura 4.8: Las zonas y los flujos en el análisis de transferencias de viajeros

Desde el punto de vista de los flujos, se deberán considerar los viajes que se realizan dentro de la zona densa o de detalle (F_0), es decir que tienen su origen y su destino en

esa zona, y los viajes que tienen sólo el origen o sólo el destino en dicha zona (F_1 y F_2). Los flujos F_0 por las características zonales de densidad y uso del suelo, pueden ser los de más corta distancia y más baja velocidad, favoreciendo a los modos no motorizados y al transporte público. Los flujos F_1 y F_2 son los que se presentan entre la zona más densa (Z_0) y las zonas circunvecinas (Z_1) o de carácter suburbano (Z_2) y aunque pueden representar una menor cantidad, ejercen una gran influencia en razón de las distancias de viaje, de las características de direccionalidad (entrada en la mañana y salida en la tarde) y de las demandas de aparcamiento (intensidad y duración), cuando son realizados en coche.

En el caso específico de Madrid, al que se hará referencia adelante, se ha escogido como zona densa o de detalle a la zona denominada almendra (de color amarillo en la figura 4.9), que está formada por siete de los 21 distritos de la ciudad capital y como zona de interés a toda la Comunidad de Madrid, que abarca los 14 distritos restantes de la capital (denominada periferia y de color rojo en la figura 4.9) y los otros 178 municipios, que desde el punto de vista tarifario se han agrupado en dos coronas, la metropolitana, constituida por los 50 municipios más próximos a Madrid y que en algunos casos ya están conurbados y la corona regional, de la que hacen parte los otros 128 municipios, que son los de menor población y más alejados (en la figura 4.9 la agregación de estas dos coronas se muestra de color verde y genéricamente se registrará como zona o corona metropolitana).

Desde el punto de vista de los flujos de transporte y de la magnitud de las relaciones, en la tabla 4.1 y para el año de 1996, se presenta dicha información. Sólo el 37% de los desplazamientos que tienen relación con la zona densa o de detalle de Madrid son internos a ésta y el excedente (cerca de dos terceras partes de los viajes) provienen o se dirigen a las áreas externas.

Si se tienen en cuenta sólo los desplazamientos en coche, que son los viajes a partir de los cuales se desea cuantificar el potencial de transferencia, se puede observar que sólo uno de cada cinco viajes corresponde a un desplazamiento interno a la zona densa, y los otros cuatro, son viajes que entran o que salen de dicha zona y que como se describe posteriormente, corresponden mayoritariamente a viajeros que residen en las coronas externas y que ingresan a la almendra en las horas de la mañana y que vuelven a salir de ésta en las horas de la tarde o de la noche.

Ahora bien, en términos de distancia (viajeros - km) la proporción de los flujos de tráfico provenientes de las coronas externas es aún mayor, por cuanto el

desplazamiento medio del coche por viaje es superior al que se realiza *a pie* o en bicicleta.

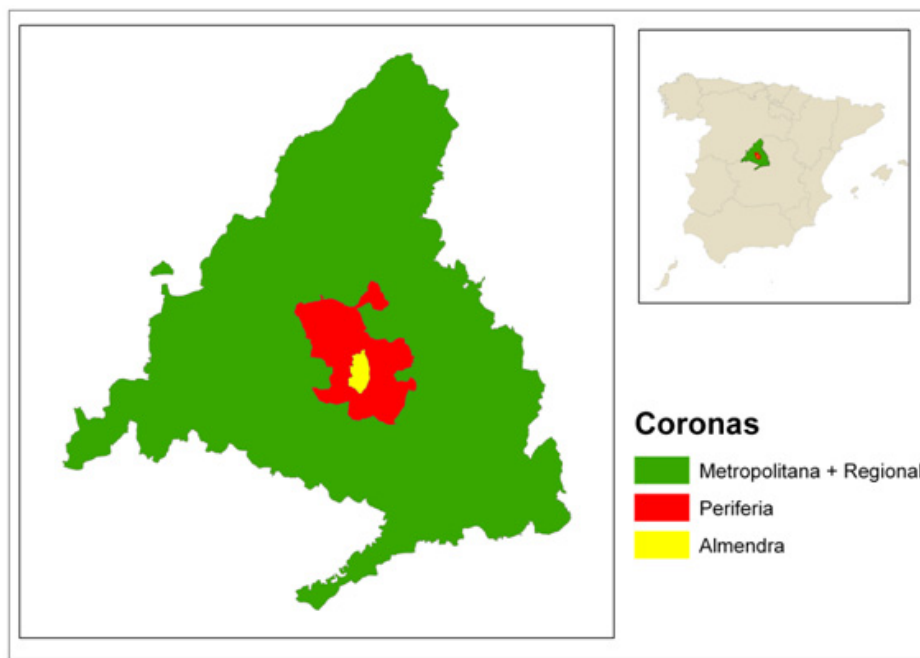


Figura 4.9: La zona densa (almendra) y las demás áreas de interés en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Tabla 4.1: Los viajes de acuerdo con el modo de transporte y la relación con la zona densa de Madrid (almendra) en 1996.

Modos de transporte	Almendra	Almendra - periferia	Almendra - metropolitana	Total	Proporción (%)
A Pie	590.748	70.719	193	661.660	18%
Coche	180.609	466.000	294.000	940.609	26%
Autobús urbano	288.028	520.350	33.639	842.017	23%
Autobús interurbano.	0	9.510	111.363	120.873	3%
Metro	222.905	443.178	109.255	775.338	21%
Cercanías	2.088	45.250	108.827	156.165	4%
Otros	40.309	51.000	20.000	111.309	3%
Bicicleta	274	1.000	0	1.274	0%
Total	1.324.961	1.607.007	677.277	3.609.245	100%
Participación (%)	37%	45%	19%	100%	

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM '96

Con las características enunciadas queda evidente la necesidad de que se tomen en cuenta todos los viajes que se realizan en la zona densa, pero que así mismo, se describan, cuantifiquen y evalúen los viajes que se realizan entre esta corona y las demás, pues en esos casos se intensifica el uso del coche y existe una mayor demanda de entrada que de salida.

4.3.3 Las fuentes de información – Recogida de datos

Las bases de información requeridas por la modelización de procesos como el de las transferencias pueden estructurarse en tres grupos principales, a saber: el contexto socioeconómico, la demanda y la oferta de transporte.

Tras la zonificación elegida a la que se hace referencia seguidamente, se ha efectuado una búsqueda de información en las principales instituciones regionales y nacionales relacionadas con el ámbito del transporte.

En el caso de las variables socioeconómicas, es conveniente disponer a nivel zonal de información relacionada con las características demográficas tales como: población, edad, tamaño familiar, nivel de educación, empleo, actividades principales y otras de carácter más específico asociadas con las decisiones de transporte, como el nivel de renta, las tasas de motorización y la densidad residencial. Las principales fuentes de esta información son las instituciones o departamentos encargados de las estadísticas y de la gestión y operación del sector transporte tanto en el ámbito nacional, como en el regional o local, los ayuntamientos y las administraciones regionales y nacionales.

En el caso de Madrid, las fuentes principales de información socioeconómica han sido el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Madrid, el Consorcio Regional de Transportes (CRTM) y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

En relación con la información de demanda de transporte, las fuentes principales son las encuestas domiciliarias que periódicamente realizan las administraciones y los operadores de transporte y que se complementan o actualizan mediante otra información de carácter más permanente como la intensidad de tráfico, las encuestas en líneas pantalla y la proveniente de diarios de viaje. Así mismo, son importantes las encuestas o mediciones orientadas a indagar por los tiempos de viaje, los costes percibidos y los presupuestos de tiempo.

En el caso de Madrid, el Consorcio Regional de Transportes (CRTM), realiza periódicamente una encuesta de carácter domiciliario en el ámbito de toda la Comunidad, para indagar sobre las características y magnitudes de la movilización de sus residentes, así como de la percepción que los usuarios tienen de la calidad del servicio. Igualmente, los operadores de transporte recogen información permanente de carácter modal, sobre las características de esa demanda y su evolución y realizan estudios periódicos relacionados con la distribución geográfica de los viajes, la utilización de alternativas de pago, los tiempos percibidos por los usuarios, la accesibilidad, etc.

En Madrid, se han realizado cinco encuestas domiciliarias de transporte: 1974, 1981, 1988, 1996 y en el año 2004, con la que desafortunadamente no fue posible contar en el momento de realizar el estudio. La última encuesta disponible se aplicó a finales de 1996 y ha sido la fuente principal de todo el trabajo. La base de datos cuenta con 71441 registros y toma en cuenta variables del viaje, del viajero y del modo, como:

- zona de residencia del viajero
- Origen del viaje
- Destino del viaje
- Motivo en origen y en destino
- Modo de transporte usado en la primera etapa
- Modos usado en la segunda etapa, en la tercera e incluso en la cuarta etapa
- Género del viajero
- Edad del viajero
- Actividad principal
- Tiempo de viaje
- Hora de salida

Igualmente, es posible disponer de información relacionada con otras características más específicas de la elección modal como la disponibilidad de abono, la disponibilidad de vehículo, la disponibilidad de aparcamiento en el destino o las razones para no usar el transporte público. Mayores detalles de la mencionada encuesta se relacionan en el anejo 10.1.

En cuanto al tercer grupo de datos, la oferta de transporte, la información deberá centrarse en los modos de transporte que están disponibles en el área de interés o que

podrían estarlo en el futuro próximo. Los datos más relevantes se relacionan con las infraestructuras o redes que utilizan (longitud, capacidad, velocidad límite, regulación), el nivel de cobertura (líneas, paradas, accesibilidad), las características de operación (velocidad, tiempos, frecuencias, capacidades, utilización), las distancias recorridas periódicamente, los costes (directos e indirectos, percibidos y no percibidos) y la distribución, magnitudes y valoración de las componentes del tiempo de viaje, entre otros.

Las cifras de oferta serán utilizadas en la definición y especificación de los modelos de asignación de transporte (redes) y desde el punto de vista de las transferencias, en la caracterización de la competitividad de cada uno de los modos (accesibilidad o disponibilidad, tiempos de viaje y distancias) y en el establecimiento de sus costes, tanto desde el punto de vista privado, como desde el punto de vista de la sociedad, que es, como se ha expresado, la razón fundamental por la que se emprenden tareas relacionadas con la búsqueda de un reparto modal óptimo.

En Madrid se han implementado y calibrado sendos modelos para el transporte público y el transporte privado. La disponibilidad de la mayor parte de la información de la oferta está contenida en esas actividades de modelización, aunque así mismo, entidades como el Consorcio de Transportes de Madrid, el Ministerio de Fomento o la Dirección General de Tráfico, desarrollan actividades permanentes de recogida, análisis y publicación de este tipo de datos, con independencia de esas tareas de modelización.

En el caso del transporte público y bajo ambiente EMME/2, el Consorcio de Transportes de Madrid ha actualizado y calibrado un modelo que contiene los cuatro modos principales de transporte público de la región: autobús urbano, Metro, autobús interurbano y tren de cercanías. En cuanto al transporte privado, la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de la Madrid, utiliza una modelización en VISUM orientada al transporte privado (coche), que ha sido calibrada con base en 1996 y que en la actualidad está disponible en el Centro de investigación del transporte - TRANSyT de la Universidad Politécnica de Madrid.

Finalmente, las referencias al transporte *a pie* y en bicicleta, en el área objeto de estudio y desde el punto de vista de las características de infraestructuras y equipamiento, son en general escasas y, por supuesto, en términos de modelización aun inferiores, a pesar de la participación que en número de viajes tienen dichos modos en la zona densa, como se indicó en la tabla 4.1.

4.3.4 Zonificación

En el pasado era muy común que la definición de la zonificación se realizara de acuerdo con los objetivos que guiaban el estudio. Esto hoy por hoy no es válido, por cuanto de esa forma, no es posible hacer comparaciones con estudios previos o utilizar la información proveniente de otro tipo de estudios o de fuentes tales como las de carácter gubernamental: censos o encuestas sobre aspectos como el empleo o el nivel de renta, por ejemplo.

En cuanto al número y por ende el tamaño zonal, dependerán del carácter del estudio y de los presupuestos económicos. En este caso del estudio de transferencias, es necesario compatibilizar lo estratégico del esquema global y regional, con lo táctico o detallado para la zona denominada densa. Se podrá hacer entonces referencia a los dos niveles de detalle, sin perder de vista que la división en áreas más pequeñas será siempre mejor, por la posibilidad de agregación, cuando sea indispensable:

- Zonas muy pequeñas y descripción detallada de los desplazamientos en el área más densa y,
- Zonas más amplias y valores agregados en las áreas más alejadas y menos densas.

El interés con el diseño zonal se centra en que al interior del área densa o de detalle se haga compatible la zonificación de demanda con la disponibilidad de información socioeconómica y, primordialmente, con la posibilidad de representación de los viajes más cortos, pues dadas las distancias características de esa área, una división en zonas demasiado grandes hace que se infravaloren dichos viajes (pueden quedar representados como viajes internos, con un interés menor) y que se distorsionen los viajes entre zonas, por la necesidad de representarlos a través de un centroide.

En el caso de estudio de la almendra de Madrid, se ha usado la zonificación diseñada para la encuesta domiciliaria de 1988, que hace compatibles la modelización del transporte público, la modelización del transporte privado (coche) y las bases de datos de carácter socioeconómico que elabora la Comunidad de Madrid, pero que difiere desafortunadamente de la zonificación que soporta la encuesta domiciliaria de 1996 (656 zonas), que se ha considerado la información base del estudio, que contiene divisiones más pequeñas especialmente en la periferia y, que incluye a todos los

municipios de la corona regional que no habían sido tenidos en cuenta en la zonificación de 1988.

En la tabla 4.2 y en las figuras 4.10 a 4.12 se puede observar la zonificación de la almendra y de las zonas externas a ésta. En el caso de la almendra las zonas son relativamente pequeñas, con tamaños aproximados de 36 ha cada una y en las cuales la distancia media entre el extremo y el centroide no superan los 500 metros (suponiendo polígonos regulares), longitud que puede ser considerada adecuada para reflejar los viajes cortos y en particular los que se realizan *a pie*.

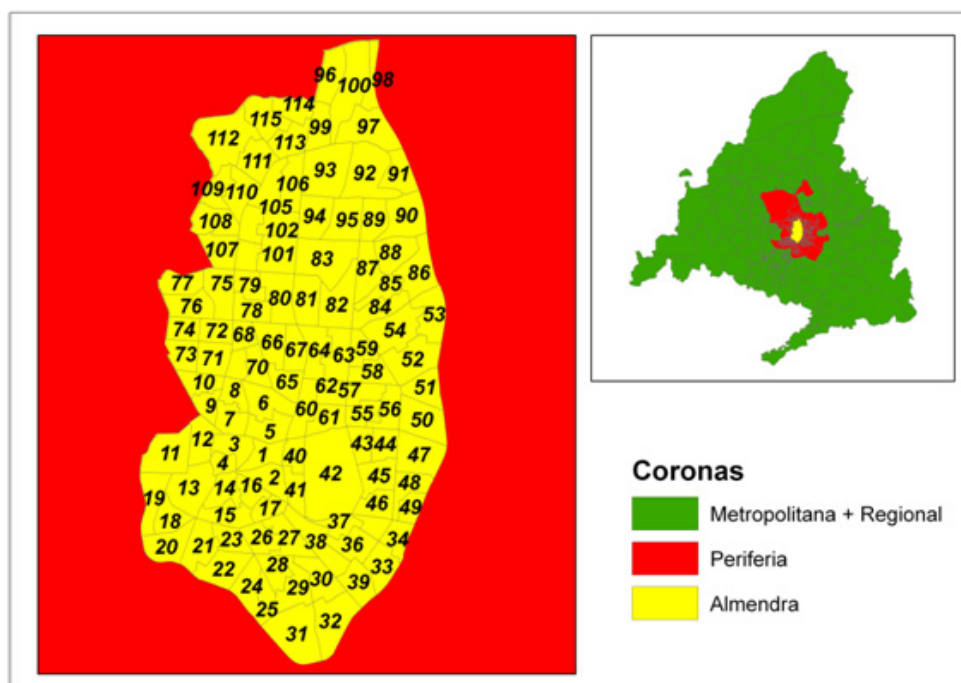


Figura 4.10: Zonificación utilizada en la almendra de Madrid (zona densa)

Los tamaños zonales crecen a medida que las áreas se alejan de la zona más densa, siendo alrededor de seis veces más grandes en la periferia de la ciudad de Madrid y mucho más generales en la zona metropolitana, lo cual es compatible con los criterios de zonificación y con los objetivos del estudio, de hacer un análisis muy detallado que incluya los viajes más cortos en la zona más densa y de que no se pierdan de vista las relaciones con las demás zonas de interés

Tabla 4.2: Características de la zonificación utilizada en el estudio.

Coronas		Área (km ²)	Población (hab.)	Número de Zonas	Área media (km ² /zona)	Densidad (hab./zona)
Ciudad de Madrid	Almendra	41,8	915.318	115	0,36	7.959
	Periferia	564,4	1.951.532	279	2,02	6.995
Metropolitana + Regional		7422,1	2.155.439	262	28,30	8.227
Total		8028,3	5.022.289	656	12,24	7.656

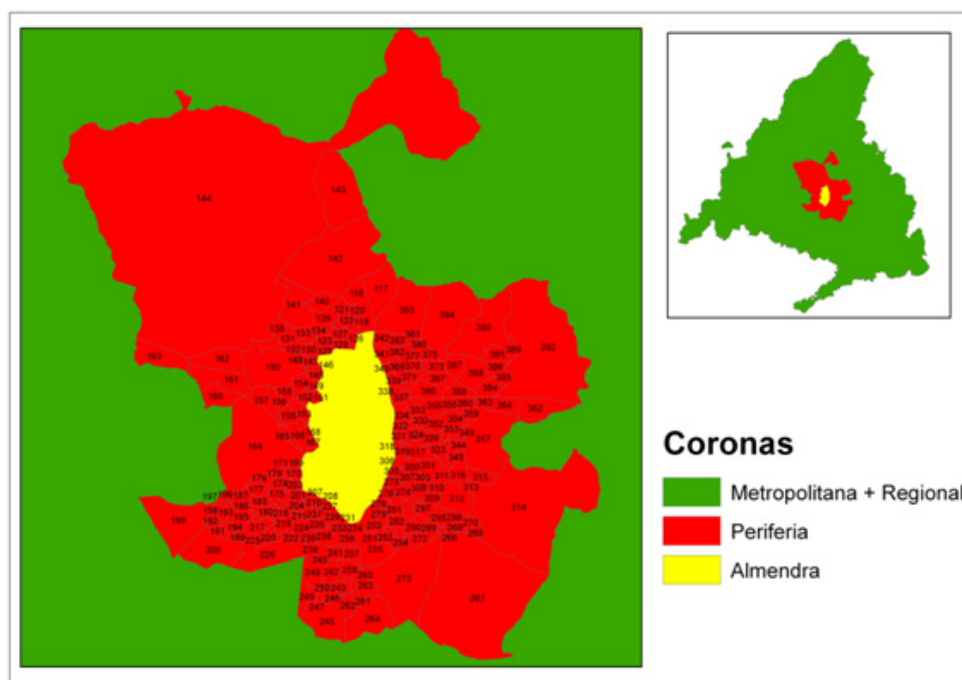


Figura 4.11: La zonificación en la periferia de la ciudad de Madrid

Aunque en la tabla 4.2 se registre que el tamaño medio de las zonas más externas es de 28,3 km², en realidad y como puede verse en la figura 4.12, las zonas más cercanas a Madrid son relativamente más pequeñas y esos valores de área se deben a las cifras de la corona regional, que tiene el 4% de la población y que ocupa más del 60% del territorio. En general en estos municipios pequeños, la población se concentra en el casco urbano, en donde se ubica el centroide, por lo que puede asegurarse que no se cometen errores significativos con el tamaño zonal.

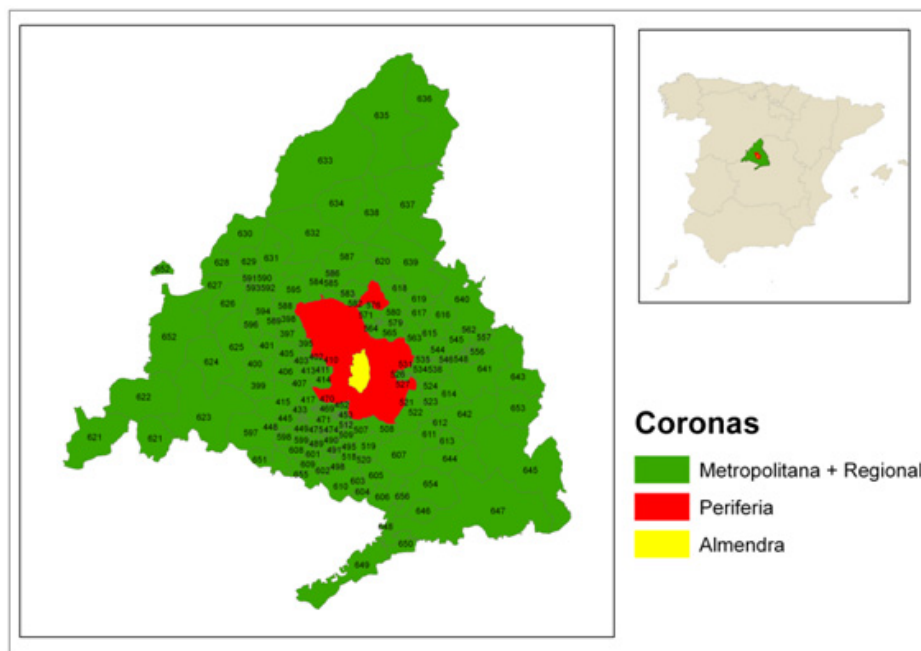


Figura 4.12: Zonificación en las coronas metropolitana y regional de Madrid

Los detalles relacionados con la zonificación, como por ejemplo, la identificación de las diferentes zonas, se presenta en el anejo 10.2.

4.3.5 Redes de transporte

Más que de la red y de las características de los modos, puede hablarse genéricamente de la representación de la oferta y de los flujos de tráfico (viajeros y vehículos), como resultado de la interacción de los sistemas de interés. Es ideal que se disponga de un sistema de información que integre la infraestructura de transporte privado, la de transporte público, las redes de los modos alternativos no motorizados y todos y cada uno de los flujos. De esta manera se podrán analizar directamente las características de los flujos de tráfico y de los modos en competencia (tiempos, velocidades, distancias e intensidades), así como el efecto que determinadas estrategias o medidas pueden causar sobre los flujos, pero también, sobre los demás modos.

La representación de los flujos es necesaria en las actividades de evaluación de las transferencias, ya que permite realizar comparaciones modales, contabilizar las distancias recorridas y analizar los efectos producidos por determinadas estrategias o

medidas, sobre el tiempo de viaje, sobre la velocidad o sobre el tráfico y sobre los costes económicos y ambientales.

La cuantificación a través de la modelización de distancias, tiempos o costes, para cada par origen – destino y para cada modo, se consideran actividades fundamentales en el análisis del potencial de transferencia por las siguientes razones:

- Dado el sistema de gestión de tráfico (vías en un solo sentido, por ejemplo) y las particularidades del transporte público (dar rodeos para mayor cobertura), cada uno de los modos de transporte e inclusive cada viajero, puede utilizar un itinerario determinado, haciendo que las distancias sean diferentes y por ende, no comparables directamente.
- Algunos modos, como *a pie* o en bicicleta no tienen suficiente autonomía para todo tipo de viajes, por lo que para evaluar la posibilidad de transferencia, se requiere conocer detalladamente esas variables (distancias y tiempos) para cada uno de los desplazamientos,
- La aplicación de determinadas medidas o estrategias orientadas a la transferencia, deben ser simuladas previamente, con el fin tanto de conocer su impacto y de optimizar su implementación y,
- Más importante que los ahorros de tiempo de viaje, el cambio fundamental debe darse es en la reducción de la variable vehículos - km. La evaluación del potencial de transferencia y la eficacia de las medidas orientadas a hacerla efectiva, está asociadas con la medición y el cambio en ese indicador.

Las herramientas típicas de representación de la interacción entre la oferta y la demanda de transporte siguen el denominado modelo clásico de transporte, que intenta reflejar la forma como la población toma las decisiones frente a sus necesidades de viaje (Figura 4.11) y que se esquematiza a través de cuatro etapas: generación, distribución zonal, elección modal y asignación a la red. Para la búsqueda del equilibrio se exige un proceso iterativo de cálculo de distribuciones zonales y de elecciones modales hasta conseguir aquella asignación de viajes a la red que minimice los costes de viajar, es decir, hasta que ninguno de los viajeros se sienta motivado a cambiar su itinerario de desplazamiento para encontrar el destino.

Las etapas del modelo clásico de transporte pueden considerarse secuenciales, aunque subsisten dudas frente a la forma como los usuarios eligen el destino y el modo. Así, en viajes diferentes a los obligados (compras, recreación, acompañamiento, etc.) no es claro, por ejemplo, si los viajeros de compras van hasta un destino alejado porque se tiene disponible y se ha elegido el coche (reparto modal, distribución zonal) o, se elige como modo de transporte el coche, porque el viajero ha decidido hacer las compras en un lugar alejado (distribución zonal, reparto modal). Algunos investigadores sugieren incluso que esas dos etapas (distribución y reparto modal) se presentan simultáneamente.

En la figura 4.13 puede observarse una versión moderna del modelo clásico de transporte, que contiene dos procesos de equilibrio, uno de corto plazo entre los submodelos de distribución, reparto modal y asignación, de acuerdo con los cuales se intenta satisfacer la condición de que los costos sean iguales independientemente del itinerario escogido (es decir, que no se esté interesado en cambiar), y el otro equilibrio, de más largo plazo, en el que se considera que la primera etapa es elástica (en el corto plazo se supone que la generación de viajes es inelástica a la accesibilidad) y que los usuarios reaccionan realizando más o menos viajes, de acuerdo a como perciban el comportamiento de la red (incrementos de la velocidad, proyectos de ampliación de capacidad, o viceversa, por ejemplo) .

A este último caso se ha hecho referencia de forma indirecta cuando se ha hablado de los presupuestos de tiempo para viajar y de su relación con la velocidad. Si los viajeros perciben entonces que las velocidades han mejorado y que por lo tanto, están ahorrando tiempo, intentarán en el mediano y largo plazo, reinvertir ese tiempo disponible, haciendo más viajes (compras o actividades de ocio fuera del vecindario, por ejemplo) o viajes más largos (reubicación de la vivienda, por ejemplo).

En el caso de Madrid se utilizan diferentes modelos informáticos para reflejar el comportamiento de los viajeros en modos o grupos de modos específicos, pero no se ha hecho una integración que permita considerar y analizar la influencia que tienen unos modos sobre la capacidad y por ende sobre la velocidad de modos diferentes o sobre todo el sistema y por otra parte, los viajeros que utilizan los modos alternativos no motorizados, no son reflejados en la modelación, por lo que los impactos de medidas o estrategias aplicadas sobre modos como el coche, no son cuantificados y por ende valorados en su justa medida sobre modos como los desplazamientos *a pie* o en bicicleta.

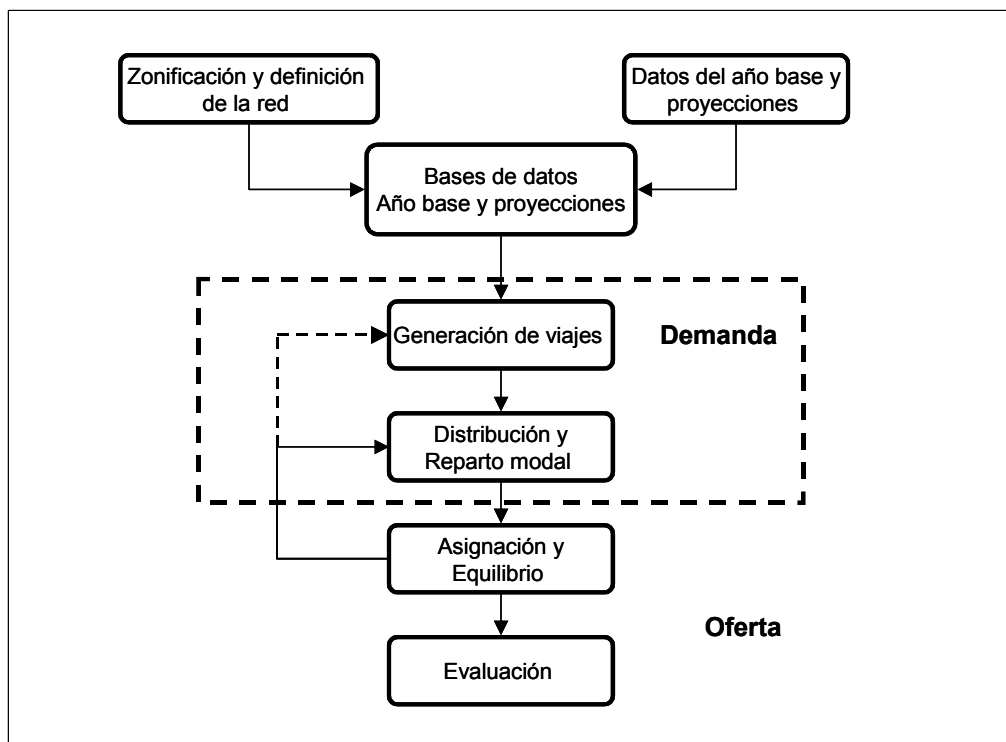


Figura 4.13: El modelo clásico de transporte (visión moderna)
Fuente: Ortúzar (2000)

Algunas particularidades y la forma como se aborda la aplicación para cada uno de los modos de transporte, se mencionan a continuación:

4.3.5.1 El vehículo privado (Coche)

En el caso de la aplicación para Madrid, se utiliza una la modelización en ambiente Visum¹, que se ha venido aplicando para las actividades de planificación de transporte en el Ayuntamiento de Madrid y que sirvió de base entre otras actividades a la prognosis con fines de evaluación del proyecto de soterramiento de la Calle 30 de Madrid, en la cual participó el Centro de investigación de Transporte - TRANSyT.

¹ VISUM es un programa de análisis y planificación de los sistemas de transporte, comercializado por PTV – *Traffic mobility logistics* - y disponible bajo licencia en el centro de investigación del Transporte – TRANSyT de la UPM.

El modelo contiene la red de calles y carreteras de la región (3.621 nodos y 8.016 arcos que relacionan a 495 zonas internas y 36 zonas externas a la Comunidad de Madrid) y se ha calibrado con la matriz de viajes proveniente de la encuesta domiciliaria de 1996 (EDM'96). La asignación de los flujos a la red se realiza siguiendo el primer principio de Wardrop o de *equilibrio de los usuarios*, de acuerdo con el cual, nadie estará interesado en cambiar, si percibe que los costes generalizados de viajar son similares en los itinerarios alternativos. Para la estimación de las curvas flujo - capacidad se utilizan funciones del tipo BPR (por la entidad que las definió y usó por primera vez - Bureau Public Roads) o Cónicas, dependiendo de si se hace referencia al viario local y con bajos niveles de saturación o a las vías rápidas. La figura 4.14 muestra una parte de la red de Madrid, representada con el programa Visum.

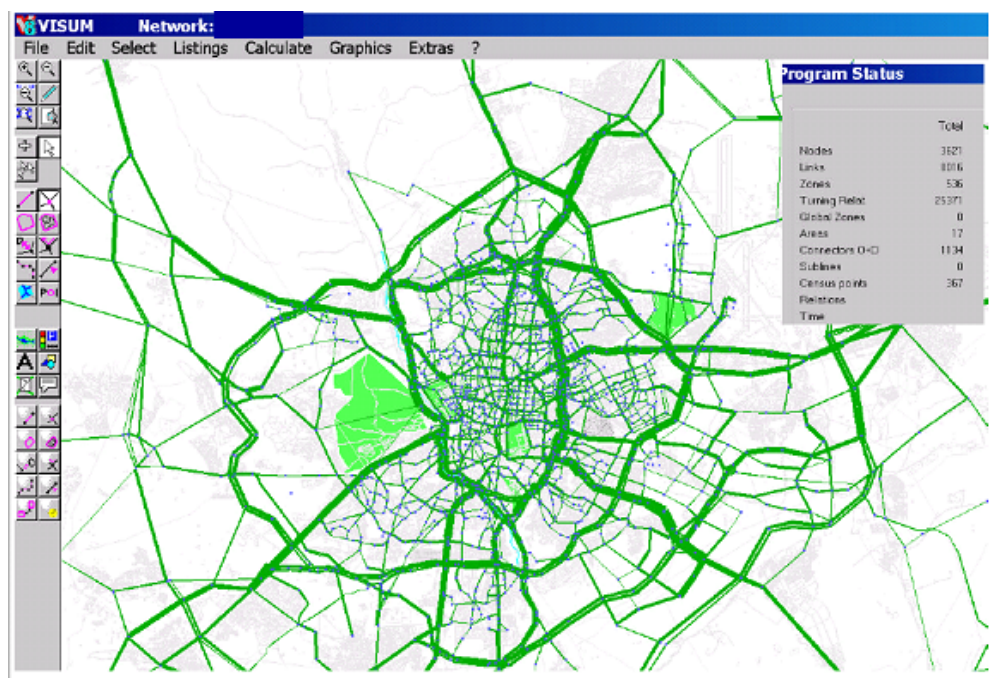


Figura 4.14: La red vial de Madrid de acuerdo con la modelización en Visum

Esta modelización no contempla los tiempos de viaje puerta a puerta, sino los de los desplazamientos a bordo del vehículo, por lo que se observan importantes diferencias en comparación con los valores expresados por ejemplo en la encuesta domiciliaria que

incluye el tiempo de acceso, de aparcamiento y de dispersión, dado que se averigua por el tiempo de viaje puerta a puerta. Así mismo, esta modelización no toma en cuenta el impacto del transporte público, que en algunas vías representa un flujo significativo de vehículos (autobuses urbanos e interurbanos) y que por ende, ejerce un impacto importante sobre la capacidad vial, sobre los tiempos de viaje y finalmente sobre los itinerarios de los vehículos particulares (coches).

Finalmente, la codificación de la zonificación que utiliza esta modelización no es totalmente compatible con la utilizada en la explotación de la EDM'96, por lo que la comparación con valores externos, exige que se realicen sendos procedimientos de gestión de bases de datos para hacer que las salidas del modelo (básicamente tiempos y distancias), sean compatibles con otras fuentes como la EDM'96

Partiendo del supuesto de que el modelo de transporte privado refleja razonablemente bien los flujos y tiempos (aclarando que los tiempos de viaje de la encuesta son superiores porque en este caso se habla de tiempo a bordo y no puerta a puerta), las salidas de esta modelización se utilizan de manera principal para:

- La estimación del indicador vehículos – km, que es la variable que se desea reducir.
- Identificar las distancias de cada uno de los desplazamientos, especialmente de los más cortos, que serán objeto de comparación con la autonomía de viaje de los modos alternativos no motorizados,
- Reflejar las distancias de cada uno de los viajes en bicicleta en los itinerarios entre la almendra y las coronas externas (Se supondrá que en los viajes de cierta longitud, estos modos pueden seguir el mismo camino) y,
- Representar y evaluar medidas, estrategias o políticas que se orienten a la disuasión del uso del coche (por ejemplo las asociadas con reducción de la velocidad, con restricciones en el uso del espacio o con gestión del tráfico).

4.3.5.2 El transporte público

Para el transporte público la modelización es la que utiliza el Consorcio de Transportes en ambiente EMME/2². Representa las redes de autobuses urbanos e interurbanos, el Metro y el tren de cercanías y para cada una de las líneas de transporte contiene los itinerarios, las frecuencias de despacho, las paradas, los lugares de trasbordo modal e intermodal, la capacidad vehicular y la capacidad de la red, entre otras características.

El Consorcio de Transportes ha realizado la calibración del modelo a partir de la matriz de transporte público de 1996 (EDM'96) y a pesar de que no hay una integración directa con los flujos de tráfico (el impacto de los coches se refleja indirectamente a través de las velocidades), la representación de la distribución de los viajeros y de los tiempos es muy precisa, especialmente entre las zonas más internas. En la figura 4.15 puede observarse una representación de los autobuses urbanos en las zonas de la almendra y la periferia de la ciudad de Madrid.

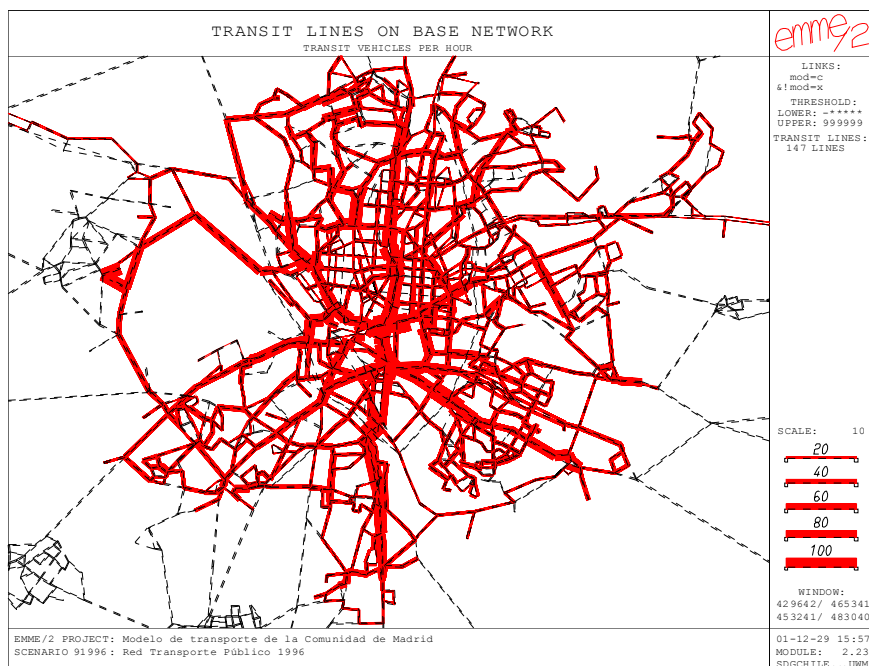


Figura 4.15: Representación en EMME/2 del autobús urbano en Madrid en 1996.

² EMME/2: Equilibre multimodal, multimodal equilibrium. Es un sistema de planificación multimodal de transporte desarrollado en el Centro de Investigación de Transporte de la Universidad de Montreal – Canadá y que está en continuo proceso de actualización por parte de INRO Consultants, Inc.

A diferencia del modelo para el vehículo privado (coche), en este caso es posible identificar para cada itinerario, tanto los tiempos a bordo, como los de acceso, espera, trasbordo o dispersión, por lo que algunos cambios específicos, pueden ser reflejados con precisión. Así mismo, el modelo puede ofrecer a partir del análisis, cifras de todo el sistema, de un modo en particular, de una línea o de un tramo, lo cual facilita las comparaciones y la evaluación de impactos.

Los flujos y tiempos de viaje simulados para el transporte público por EMME/2, reflejan bastante bien los resultados de la EDM'96, especialmente en los itinerarios relacionados con la almendra y la periferia de Madrid (se observan algunas diferencias importantes en los viajes de mayor distancia y duración), pero, como en el caso del coche, la zonificación utilizada no es totalmente compatible con la de la información de la encuesta domiciliaria, por lo que la comparación con datos externos, exige actividades de gestión de bases de datos orientadas a la agregación.

4.3.5.3 Los modos no motorizados

En el caso de los viajes *a pie*, al no contar con una herramienta de información adecuada, y considerando que los itinerarios que siguen quienes se desplazan caminando, son diferentes a los que realizan los coches y peor aún el transporte público, se procedió a construir una matriz de distancias para este modo, teniendo en cuenta la zonificación prevista, considerando el centro geográfico aproximado de cada zona como centroide y utilizando un mapa urbano. El procedimiento se realizó de forma manual, siguiendo el trazado de las calles y considerando los itinerarios que a simple vista se percibían como más cortos y obvios. La matriz de distancias resultante en el ámbito de los barrios de la almendra central es de 43 X 43, que implica la estimación de 925 celdas de información. En el Anejo 10.3 se relaciona dicha matriz.

La relación entre las distancias medidas sobre planos y los tiempos de viaje expresados en la encuesta domiciliaria (EDM'96), mostró que las velocidades eran en general más altas que las esperadas (por encima de 5,0 km/h), lo que puede asociarse con una sobrestimación de las distancias de viaje (tamaño de la zonificación o la longitud de los viajes) y/o con problemas en la estimación de los itinerarios que siguen los usuarios.

Para el caso de la bicicleta y para los viajes dentro de la almendra se usó la matriz estimada para los desplazamientos *a pie*, al considerar que dichos viajeros siguen

aproximadamente los mismos itinerarios. En el caso de los viajes en bicicleta relacionados con la periferia de Madrid, se utilizó la matriz de distancias del coche, tomando en cuenta que en zonas menos densas y con menores problemas de congestión, los usuarios del coche utilizan itinerarios más directos que en las zonas densas y que por lo tanto, estos dos itinerarios pueden ser aproximadamente iguales (sin olvidar los impactos de la presencia de las vías rápidas como barreras separadoras).

La representación de las distancias de viaje en el caso particular de los modos no motorizados tiene una fuerte relación con el tamaño de las zonas (por corresponder a viajes cortos) y con la autonomía de los viajeros (distancias y tiempos máximos de viaje, como se verá posteriormente).

Ahora bien, una vez realizada la representación modal, se procede a la identificación de los viajes que pueden ser objeto de transferencias desde el coche y a hacer las comparaciones correspondientes con fines de valorar la transferencia.

4.4 EL PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE TRANSFERENCIA

Una vez representadas la oferta y la demanda de transporte, se procede a aplicar el procedimiento de transferencia, de acuerdo con los principios esbozados y que se esquematiza en el árbol de decisiones de la figura 4.16.

4.4.1 Identificación de los viajes susceptibles de transferencia

En primer lugar, todos los viajes que actualmente se realizan en coche serán sujetos del procedimiento de transferencia. De acuerdo con el capítulo anterior y desde el punto de vista de la sociedad, se quiere identificar qué viajes de los que actualmente se realizan en coche, se podrían realizar en modos alternativos y valorar la utilidad o ganancia de la sociedad con esa decisión. No se considera la posibilidad de transferencias entre los modos considerados a priori como más sostenibles (es decir, entre los modos de transporte público o entre éstos y los modos no motorizados o viceversa, por ejemplo)

La potencialidad de transferencia se cuantifica a partir de cada uno de los desplazamientos (según su origen y destino, según las características del viaje y según la competitividad de los modos alternativos) y se aplica de forma integral sobre un solo modo. Esto no excluye el que, por ejemplo, para acceder al transporte público sean necesarias determinadas conexiones mediante otros modos auxiliares como el caminar y la bicicleta.

El esquema general de identificación de los viajes que pueden ser objeto de transferencia entre el coche y los modos alternativos, se basa entonces en un árbol de decisiones como el que se muestra en la figura 4.16.

Como se ha manifestado, la premisa inicial es que el sistema de actividades se mantenga inalterado, lo que significa que los viajeros continúen realizando sus actividades cotidianas sin cambio alguno. Acá puede considerarse en primer lugar, que alguno de los desplazamientos sólo son posibles si se realizan en coche, lo cual es real y frecuente o, en segundo lugar, que existen alternativas con características tales que no implican ninguna molestia o coste adicional para quienes decidan dejar de realizar sus viajes en coche.

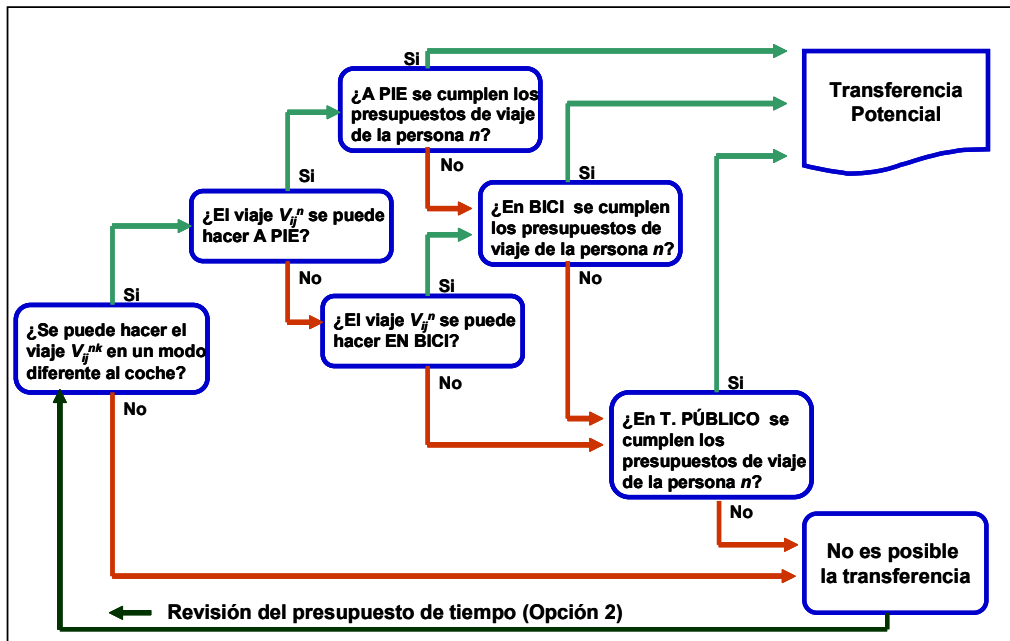


Figura 4.16: Árbol de decisiones para cuantificar el potencial de transferencia modal

En el primer caso se requiere identificar aquellas actividades o desplazamientos que en términos generales no pueden ser realizados de otra forma que en coche y para los cuales por lo tanto, no se aplicará el procedimiento de transferencia y en el segundo caso, se exige buscar una alternativa que reemplace al coche en los viajes que se relacionan con esa zona densa.

Se considerarán como restringidos o sin posibilidades potenciales de transferencia, entre otros, los viajes en coche que se realicen por la compra periódica de bienes de consumo, los que se realicen con el fin acompañar a personas con baja autonomía (menores de edad, ancianos y/o personas con minusvalías), todos aquellos desplazamientos que se realicen durante los periodos en los que no existan alternativas de transporte público o en los que se comprometa la seguridad de los viajeros (como el periodo nocturno) y otros que a juicio del planificador, no puedan ser realizados de otra forma que en el coche particular. A continuación se enuncian algunos de esos desplazamientos que sólo pueden realizarse en coche.

- Desplazamientos con motivo compra periódica de bienes de consumo

En este caso se hace referencia a aquellos viajes en los que los artículos adquiridos sean de un volumen y un peso tal que exijan el uso de un modo de transporte como el coche pero, la identificación de este tipo de desplazamientos tan específicos no es común en las encuestas domiciliarias.

Ahora bien, algunos autores señalan que los viajes de compras son más susceptibles de cambiar, especialmente en lo relacionado con el lugar y la frecuencia de compra y que en general son menos planificados que los de carácter obligado (Garling et al, 2000). Los viajes de compra periódica de bienes de consumo son marginales, pero no así los de compras en general, que pueden representar alrededor del 15% de todos los desplazamientos. Por lo tanto y mientras no sean adecuadamente separados en las encuestas domiciliarias, deberían hacer parte de la contabilización normal de los desplazamientos objetivo de transferencia.

En el caso de las encuestas domiciliarias de Madrid, el motivo solo se relaciona como compras y tiene un peso importante (más del 10%), por lo que, dada la generalización, no es en ese caso pertinente su contabilización como viajes no sujetos de transferencia. Hacia el futuro es recomendable que en las encuestas domiciliarias se identifique de forma expresa este tipo de viajes a cambio de otros de menor participación, como los

de ir a la autoescuela o ir a una biblioteca, que por ejemplo, si se registran en la encuesta de 2004.

- Desplazamientos con motivo acompañamiento.

Los viajes de acompañamiento de niños de corta edad, de ancianos y de incapacitados, exigen que se conserve el modo de transporte inicialmente usado si es el coche.

Como en el caso anterior, la discriminación de las características de la persona acompañada, es fundamental para decidir sobre la potencialidad de transferencia o no y, así mismo, se recomienda el que hacia el futuro las encuestas contemplen preguntas relacionadas con este tópico, que con seguridad aportará información muy valiosa en asociada con la necesidad o no de uso del coche.

Algunos estudios señalan que la utilización del coche está fuertemente condicionada por la necesidad de acompañar a los hijos al colegio (Mackett and Robertson, 2000; Mackett, 2003), cuyas distancias son en general cortas y crean hábitos de uso tanto para los hijos, como para los padres.

- Desplazamientos nocturnos:

Por razones de seguridad personal, considerando la reducción o suspensión del transporte público y la falta de visibilidad y de seguridad vial para los modos no motorizados en las horas de la noche, y con el propósito de conservar inalteradas las actividades cotidianas de los viajeros, se debe establecer un periodo de tiempo, para el cual no se considera la posibilidad de transferencias potenciales.

Ese periodo depende especialmente de los husos y costumbres horarias y particularmente de la programación de la operación diaria del transporte público de cada ciudad o área. En el caso de Madrid, se ha considerado que entre las 10:00 p.m. y las 6:00 a.m. del día siguiente no existe una oferta adecuada de transporte público y que por ende, ese periodo no debe ser objeto de la cuantificación de las transferencias.

La información relacionada con las características de cada uno de los desplazamientos permite saber cuál es la hora de salida y por ende, identificar a aquellos que no pueden hacer parte de la cuenta.

Una vez identificados los desplazamientos que sólo pueden ser realizados en coche, se etiquetan como no transferibles y se procede a la evaluación de todos los demás, de acuerdo con las distancias, los tiempos y los costes.

4.4.2 Valoración de la transferencia según la distancia de viaje.

De acuerdo con el capítulo tercero, las principales restricciones para los viajes no motorizados como ir *a pie* o en bicicleta, además de la disponibilidad de infraestructuras adecuadas, son la distancia y el tiempo de viaje, los cuales están interrelacionados e incluyen implícitamente aspectos locales como las costumbres, el clima, el gradiente del terreno, el paisaje, la densidad o el uso del suelo, que hacen que en algunos lugares se esté dispuesto a caminar o a ir en bicicleta más que en otros.

En el caso de la distancia, el análisis se orienta a comparar los desplazamientos habituales o de referencia de la población que usa dichos modos con la longitud de los desplazamientos que en la actualidad se realizan en coche. La edad, el motivo del desplazamiento, la actividad e incluso el género (la bicicleta por ejemplo se asocia más con el género masculino y una determinada edad), pueden ser usados como variables de estratificación de cada uno de los grupos para su comparación.

La idea es estimar para cada uno de los estratos elegidos, las distancias representativas, que de acuerdo con los datos de campo (encuesta y experiencias de otros entornos), se esta dispuesto a ir *a pie* o en bicicleta en cada desplazamiento y compararlas con las distancias de desplazamientos de aquellos usuarios del coche, que cumplen las características del estrato.

Para la determinación de las distancias de viaje en el caso del coche, se utilizará el modelo informático (asignación de viajes a la red), el cual, a partir de la red de oferta de calles e intersecciones puede establecer con una razonable aproximación cuál es la distancia y/o el tiempo entre cada par origen - destino. Se habla de razonable aproximación en la medida en que cada uno de esos orígenes y destinos se está representando a través de un centroide y de unos conectores de red que, dependiendo del tamaño zonal, serán más o menos precisos y que en el caso específico de los viajes *a pie*, por las cortas distancias, tiene una gran influencia.

La comparación se dará a nivel de estratos y si las distancias medidas por ejemplo para un viaje *a pie*, superan el límite establecido, dicho desplazamiento no será sujeto de esa

transferencia y por ende, se pasará a comparar con un modo de mayor autonomía como la bicicleta o el transporte público, caso en el que la distancia no es una restricción. Si los viajes en coche que se están analizando no superan el límite de la autonomía de distancia para ese estrato, ese viaje es susceptible de transferencia y pasará entonces a una fase en la que se evalúa la autonomía de tiempo de viaje (ver figura 4.16).

Cuando no sea posible contar con información de referencia local, porque por ejemplo, se está implantando un nuevo modo o porque su participación es demasiado baja, como ocurre con el uso de la bicicleta en Madrid, se recurrirá a indicadores de otras ciudades, intentando que el contexto socioeconómico, geográfico y cultural sea similar.

En el caso específico de la utilización de la bicicleta en la ciudad de Madrid, la relación de datos es muy pobre (1274 viajes totales), que han sido expandidos a partir de una muestra de sólo 17 datos, que dado el número de pares origen – destino es insignificante, por lo que se recurre a otros contextos como el de Holanda, por ejemplo,

La estratificación es pertinente en la medida en que dependiendo de algunas características del usuario y del viaje, se estará más o menos dispuesto a usar un modo y a recorrer determinadas distancias. En el caso de la bicicleta por ejemplo, el estudio I-CE (2000) señala que las personas de género masculino, que trabajan y que tienen edades entre los 25 y los 40 años estarían más dispuestos a utilizar la bicicleta para sus desplazamientos (otros estratos ni siquiera se lo plantean). Paradójicamente este es el mismo perfil que cumplen quienes más demandan el coche, como se verá posteriormente.

Ahora bien, la aplicación al caso de estudio de Madrid mostrará que un buen número de los desplazamientos, desde el punto de vista de tiempos, distancias y costes, son susceptibles de trasladarse a la bicicleta, que es un modo que no tiene tradición y que no se adapta a todos los grupos como los muy jóvenes o los muy mayores, por lo que se deberá hacer un análisis particular y se considerará la alternativa de un cambio hacia otros modos como el transporte público.

En síntesis, si la distancia que se debe recorrer caminando para el viaje específico es superior a la autonomía del viajero (según estrato), el viaje no podrá transferirse a ese modo y la evaluación del viaje se hace con otro modo considerado de mayor autonomía como la bicicleta. En caso de que tampoco sea pertinente ese modo, la comparación se dará con el transporte público. Al contrario, sí el modo tiene suficiente

autonomía para ese desplazamiento, se pasará a una etapa superior de evaluación en donde se mide la competitividad desde el punto de vista del tiempo de viaje, a que se hace referencia más adelante.

4.4.3 Valoración de la transferencia de acuerdo con el tiempo.

Desde el punto de vista del tiempo de viaje, puede hacerse referencia a tres comparaciones, una primera que tiene que ver con la autonomía personal (estratos), que se aplica sólo a los modos no motorizados, como en el caso de las distancias y que fija unos límites de hasta cuanto tiempo se está dispuesto en promedio a caminar o ir en bicicleta con comodidad, una segunda que tiene que ver con la comparación intermodal del tiempo y que hace referencia a la competitividad directa del modo ofrecido como alternativa para el cambio y una tercera valoración, que toma en cuenta la disposición diaria de tiempo del viajero o "*presupuesto*" que permite evaluar la potencialidad de que los tiempos de viaje puedan aumentar sin que se afecte la realización de las actividades de dichos usuarios.

A continuación se hace referencia a las comparaciones desde estos puntos de vista:

4.4.3.1 La autonomía de tiempo de viaje

Tiene que ver con la capacidad autónoma para realizar los desplazamientos y por lo tanto aplica sólo a los modos no motorizados (cuanto tiempo puede viajar *a pie* o en bicicleta sin sentirse incómodo). Como se mencionaba previamente, la comparación es intrínseca y en este caso, se trata de poner los mismos límites que los usuarios típicos de esos modos tienen en la realidad (los ancianos y los niños están dispuestos a caminar o a ir en bicicleta menos tiempo que los adultos) y que puede considerarse una restricción, asociada al cansancio y a la disponibilidad de tiempo.

Para esta valoración y como en el caso de la distancia autónoma se agrupará a los viajeros por modo, de acuerdo con los estratos predefinidos y en cada uno de ellos se establecerá cuál es el tiempo representativo desde el punto de vista estadístico de los viajes habituales, valor de referencia que se considerará como el límite máximo para la transferencia desde el coche.

Dado que en una etapa previa se ha definido la distancia máxima a la que se desplazarían caminando los viajeros, para el cálculo de ese tiempo autónomo se puede usar ese dato y la velocidad media, que se determina a partir de las distancias y los tiempos de viaje de todos los usuarios, de acuerdo con la estratificación acordada.

Por otra parte, cada uno de los modos puede seguir un itinerario diferente, por lo que para los modos no motorizados y de acuerdo con cada par origen – destino, se establecerá la distancia y por ende el tiempo de viaje correspondiente a dicho modo. Si el tiempo de viaje para ese desplazamiento supera el tiempo de viaje autónomo modal (por ejemplo a pie), la transferencia no será posible y por ende, la comparación deberá realizarse para un modo de mayor autonomía (bicicleta), siguiendo el mismo procedimiento de encontrar inicialmente las distancias modales y así sucesivamente. La figura 4.16 muestra esa secuencia de comparaciones.

Sí el viaje en el par origen destino de interés puede ser realizado cumpliendo las restricciones de autonomía (tiempo y distancia), entonces podrá realizarse en ese modo (ser candidato a la transferencia), y la decisión sobre la potencialidad de transferencia dependerá sólo de la competitividad de dicho modo frente al coche para ese par origen – destino específico (tiempo de viaje).

4.4.3.2 El tiempo de viaje y la competencia modal

El respeto al tiempo de viaje permite controlar la eventual argumentación de la duración del desplazamiento al ser transferido del coche a un modo alternativo considerado *per se* como más lento, y además conservar la coherencia relacionada con la invariabilidad de las actividades (Schafer, 2000).

Se ha supuesto que por regla general, los modos alternativos de viaje como el caminar, la bicicleta o el transporte público son más lentos y por ende, emplean más tiempo que el coche. Esto no necesariamente es cierto, pues en las zonas densas las velocidades medias de los coches son bajas, la gestión del tráfico y la orientación de las calles puede hacer que esos desplazamientos tengan una longitud significativamente mayor (Ortúzar, 2000), y la búsqueda y disposición de aparcamiento puede tomar un tiempo sustancial. La comparación se realizará a nivel de cada uno de los pares origen – destino y se contrastará el tiempo de viaje estimado por los usuarios del coche con los valores simulados para los modos alternativos. Es de recalcar que en casos como el de Madrid, el tiempo de viaje de los modos alternativos puede contener un sesgo

sistemático de acuerdo con el cual, los usuarios penalizan con más tiempo a los modos “menos cómodos” y por ende, los tiempos de viaje pueden ser menores en la realidad.

En el caso de los viajes no motorizados, se simulará en cada uno, el tiempo de acuerdo con las distancias y velocidades determinadas, como se muestra en la figura 4.16. Si usando el modo alternativo, el tiempo de viaje es mayor que en el coche, el modo no se considerará competitivo para ese viaje y, la evaluación del viaje saltará al modo siguiente en autonomía, hasta hacer la comparación con el transporte público.

Si el tiempo de viaje total en el modo alternativo es menor que el tiempo de viaje en coche, el proceso se habrá completado y ese viaje se etiquetará como parte del potencial de transferencia.

De esta forma, se ha supuesto que el tiempo de viaje de cada desplazamiento no puede ser incrementado y por lo tanto, la magnitud de las transferencias depende únicamente de la competitividad de los modos alternativos. En la etapa siguiente, se considera que los referentes de presupuesto de viaje medidos a nivel global pueden ser de aplicación al caso de la ciudad en estudio y por lo tanto, se pasará a evaluar el impacto que los incrementos en el tiempo de viaje pueden ejercer sobre el potencial de transferencia.

4.4.3.3 El tiempo de viaje y el presupuesto de tiempo.

El presupuesto de tiempo puede identificarse como aquella cantidad de tiempo que los ciudadanos están dispuestos a dedicar diariamente a los desplazamientos. Es entonces una restricción o un límite, de forma que si se supera por las condiciones o características de los modos de transporte, el usuario intentaría por ejemplo cambiar sus desplazamientos, cambiar la ubicación de su residencia o de su trabajo, entre otras opciones, pues de otra manera debería quitarle tiempo a otras actividades (dormir, trabajar, consumir, ocio, etc.).

Reconociendo que existe un presupuesto de tiempo de viaje general que se ha mostrado como constante e independiente del contexto social, económico o cultural (Zahavi and Ryan, 1980; Bovy, 1999; Schafer and Victor, 2000; Van Wee, 2002; Balcombe et al, 2004), la comparación en este caso se daría entre ese presupuesto y el tiempo que diariamente están dedicando al transporte, los habitantes del área, ciudad o región en estudio.

De acuerdo con las referencias, ese presupuesto general de tiempo de viaje se encuentra entre 1,1 y 1,3 horas diarias y es un tiempo medio estimado a partir de los habitantes de áreas o zonas específicas. De esta manera, la cuantificación general y específica (estratos) del tiempo que en el área de interés se está consumiendo, permite establecer la existencia o no de márgenes para incrementar el tiempo de viaje y por lo tanto, de aplicar estrategias específicas para hacer competitivos los modos más sostenibles.

Para la determinación del tiempo que actualmente se dedica al transporte, existen diversos instrumentos metodológicos como las encuestas generales de empleo del tiempo (EC, 2004a; INE, 2004) u otras de carácter más específico como las encuestas domiciliarias de transporte. Dado que interesa el tiempo real (y no el tiempo subjetivo) y que éste puede ser controlado a través de hitos temporales, las encuestas domiciliarias pueden ser el mejor instrumento para su indagación.

La estratificación de los usuarios para la estimación del tiempo diario dedicado al transporte, deberá realizarse teniendo en cuenta a los residentes, más que a los viajeros o los motivos de viaje, para ser consistentes con los planteamientos que subyacen a los presupuestos de tiempo de viaje de referencia para el ámbito global.

Para la cuantificación de los tiempos de viaje diarios se relaciona la sumatoria de los tiempos de viaje de todos los usuarios que cumplen con las características de estratificación (por ejemplo, la edad), con el número de residentes en el área de estudio, que cumplen con las características de estratificación.

La diferencia entre el tiempo de viaje que los residentes de una región dedican al transporte y el presupuesto global de tiempo de viaje, es un valor del potencial crecimiento o aumento de los tiempos de viaje de los usuarios, sin que se afecte aún el sistema de actividades de los individuos, que es una restricción que debe mantenerse.

Se considera por otra parte, que la mayor competitividad de los modos alternativos al coche puede lograrse a través del mejoramiento de la cantidad y calidad de su oferta, de la aplicación de restricciones o medidas de disuasión al coche o a través de una combinación de esas opciones.

La opción principal para el aumento de la competitividad de los modos alternativos al coche está en la restricción o disuasión al uso del coche (políticas de aparcamiento, limitaciones de velocidad, peajes de área, limitaciones de acceso) pues los viajeros *a pie* y en bicicleta son resistentes a mejorar su competitividad (reducir por ejemplo el tiempo de viaje) por razones asociadas con la autonomía de viaje y en cuanto al transporte público, una reducción de su tiempo de viaje, exige la utilización de recursos significativos, que muchas veces no están disponibles (Para reducir a la mitad el tiempo de espera se requiere duplicar las frecuencias o para conseguir ahorros de tiempo de viaje, de deberá otorgar prioridades en el uso vial y en el sistema de gestión).

En resumen, si de la comparación entre los tiempos de viaje diarios y el presupuesto global de tiempo para viajar, se observa que existe aun margen para aumentar el tiempo de viaje, se estimará cual es la proporción para cada estrato y se procederá a incrementar hasta en esa proporción el tiempo de todos y cada uno de los desplazamientos en coche que son susceptibles de evaluación para su transferencia (restricción o disuasión).

Una vez realizados los ajustes para cada uno de los desplazamientos, se procede a realizar nuevamente el procedimiento de cuantificación del potencial de transferencia, siguiendo el esquema a que se hizo referencia previamente.

La magnitud de los cambios será valorada de acuerdo con el kilometraje recorrido, de forma tal que se pueda saber cuantos vehículos-km son transferibles, a qué modo de transporte serían transferidos y de esa manera, cual sería el beneficio económico y ambiental que obtendría la sociedad.

4.4.4 Posibilidades de aplicación a otros contextos, referentes de uso y estrategias para conseguir la transferencia.

De acuerdo con lo expresado en el capítulo segundo y tomando en cuenta las observaciones de prospects (May et al, 2003) y WCTRS (2004), las principales medidas para lograr la reducción del uso del coche y la potenciación del transporte público, de los desplazamientos *a pie* y del uso de la bicicleta en el centro de las ciudades, pasan por el diseño de medidas relacionados con la tarificación, con los sistemas de información, con la gestión de tráfico, con el mejoramiento de los vehículos de

transporte público y con la dotación de infraestructuras y equipamientos adecuados para que los modos no motorizados sean opciones seguras, cómodas y pertinentes.

Estas medidas aplicadas preferentemente de forma integrada, con el fin de que produzcan sinergias, deben tener como meta el hacer más competitivos los modos de transporte alternativos al coche, desde los puntos de vista del tiempo total de viaje y de los costes percibidos, sin olvidar que la fiabilidad y la comodidad, son variables muy relevantes para los usuarios.

La identificación, cuantificación y valoración del potencial de transferencia, es un procedimiento que podrá ser aplicable a cualquier ciudad o área poblacional, siempre y cuando se disponga de adecuada y suficiente información.

Ahora bien, la magnitud de la potencialidad de la transferencia de cada lugar, dependerá en buena medida de las particularidades sociales, geográficas, económicas y culturales de cada ámbito y especialmente del nivel de motorización y de renta, de las características de uso del suelo (densidad de las actividades, ubicación residencial) y de la disponibilidad modal (infraestructuras, accesibilidad y cobertura).

Las singularidades de cada área urbana hacen que las medidas a aplicar deban ser estudiadas y evaluadas previamente, por lo que la recomendación de fórmulas genéricas no es pertinente, aunque se ha observado y a través de los estudios y aplicaciones que se reseñan a continuación se corrobora, que las mejores estrategias de transferencia modal pasan por la aplicación de restricciones monetarias y/o reglamentarias al uso del coche y que crean importantes sinergias cuando se acompañan o se complementan con la mejora de los modos alternativos.

A continuación se hace referencia a algunos estudios y aplicaciones particulares orientados a conseguir un reparto modal más conveniente desde el punto de vista de la sociedad.

4.4.4.1 La mejora del transporte público en Madrid

Madrid ha realizado durante la última década importantes inversiones en transporte público y especialmente en los sistemas guiados (Metro y Cercanías), de acuerdo con las cuales, la oferta de estos modos se ha visto incrementada en un 50% en ese periodo.

Estos dos modos han captado una porción significativa de la demanda, que ha venido en parte del crecimiento de la población y de las actividades, pero también de una transferencia significativa desde los autobuses, los cuales, a pesar de continuar aumentando su oferta, ahora tienen una demanda inferior.

Sí se evalúa el periodo comprendido entre 1998 y 2003, el Metro incrementó su demanda en términos per cápita en un 27%, que es una cifra muy cercana al 25% de viajes per cápita en que se redujo la demanda del autobús (ver figura 4.17). El efecto ideal no era transferir demanda entre los modos de transporte público, sino más bien, captar una parte de la demanda del coche, que es una forma de desplazamiento socialmente más costosa.

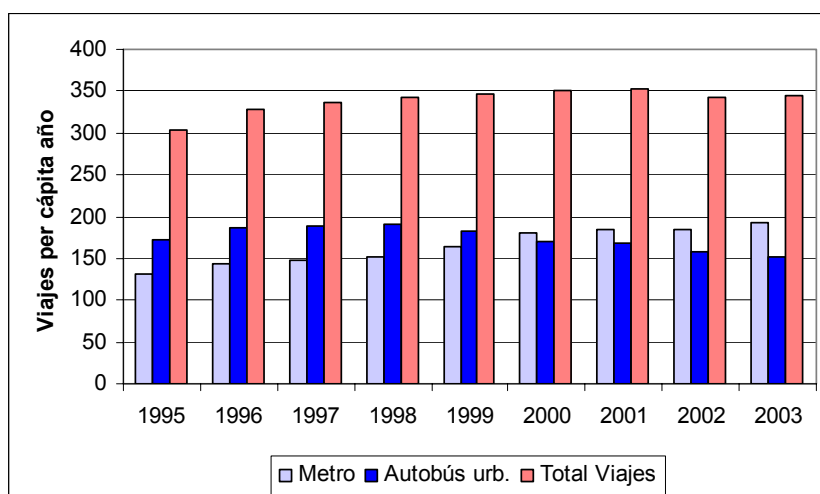


Figura 4.17: Evolución del transporte público en la ciudad de Madrid.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la modelización de la demanda de transporte público, realizada en EMME/2 para los años 1996 y 2004, se observa que a pesar de esas fuertes inversiones, los usuarios de estos modos en la zona más densa, han obtenido una escasa mejora en los tiempos de viaje, que como se ha mencionado, es una de las variables más relevantes (tabla 4.3).

Por otra parte, cifras globales de la encuesta domiciliaria de transporte de 2004, corroboran que el mejoramiento relativo en el transporte público no ha sido suficiente para persuadir a los usuarios del coche, quienes han incrementado su participación global. Esas cifras, comparadas con las obtenidas en la encuesta de 1996 (CRTM; 1998),

se observan en la tabla 4.4 que muestra cómo tanto los modos no motorizados (a pie y bicicleta), como el transporte público, han cedido participación a favor de los coches.

Tabla 4.3: Evolución de las componentes del tiempo de viaje en transporte público en Madrid entre 1996 y 2004 (minutos).

<i>Variable</i>	<i>Dentro de la almendra</i>			<i>Almendra - Periferia</i>		
	1996	2004	Cambio (%)	1996	2004	Cambio (%)
Acceso	4,36	4,43	-1,6%	4,82	5,29	-9,7%
Espera	1,97	2,61	-32,5%	2,96	3,53	-19,5%
A bordo	13,21	12,83	2,9%	21,21	17,64	16,8%
Trasbordo	2,80	3,66	-30,6%	4,29	4,95	-15,3%
Dispersión	4,42	4,41	0,2%	4,90	5,27	-7,6%
Total	26,75	27,93	-4,4%	38,18	36,68	3,9%

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelización con EMME/2.

Tabla 4.4: Evolución de la participación modal y de los viajes per cápita en la Comunidad de Madrid

<i>Ítem</i>	1996	2004
Transporte no motorizado (a pie)	37%	31%
Transporte en coche	28%	35%
Transporte público	35%	34%
Viajes diarios per cápita (número)	2,08	2,63

Fuente: CRTM (1998) y cifras de encuesta 2004.

En resumen, de la experiencia puede concluirse que las medidas aisladas de mejoramiento del transporte urbano no son suficientes para conseguir un mejor reparto modal. Las inversiones son cuantiosas, se produce una sobreoferta de servicio y posiblemente un transvase entre los modos de servicio público, pero los viajeros del coche no perciben un cambio sustancial que los motive a la transferencia.

En los últimos años se han emprendido en la ciudad de Madrid y especialmente en la zona de la almendra, proyectos orientados a la peatonalización de algunos barrios y se ha hecho énfasis en la gestión de aparcamientos, reduciendo su disponibilidad, cobrando por su uso y reduciendo el tiempo de estancia. De estas actividades aún no hay resultados concretos, pero la combinación de tarificación de disuasión con una adecuada oferta de transporte público, son un camino mejor que el que hasta ahora se ha seguido, como lo corroboran las evaluaciones realizadas en otros contextos y que se presentan a continuación.

4.4.4.2 La evaluación del reparto modal en Las Palmas de Gran Canaria

De acuerdo con un estudio de la demanda de transporte en dos corredores de Gran Canaria, realizado en el marco de una tesis doctoral (Espino, 2003), se evaluaron varias medidas de política, tendientes a probar el efecto sobre la elección modal. En dicho estudio se consideraron como medidas de cambio, que se analizaron de forma aislada primero y luego combinadas, el mejoramiento de las frecuencias de transporte público, el incremento en los costes de aparcamiento, la reducción de las tarifas de transporte público y, la reducción en los tiempos de viaje. A esas medidas se hace mención por el interés que su aplicación suscita en este ámbito

En el caso del mejoramiento del transporte público, se evaluó el impacto del incremento de un 50% y posteriormente de un 100% en las frecuencias de despacho de autobuses. Con esta medida se consigue, de acuerdo con la modelización, que los tiempos de viaje totales y el tiempo de espera se reduzcan, pero así mismo, se incrementan fuertemente los costes en equipos y gastos de personal y puede influir sobre la congestión en las áreas céntricas. La implementación aislada de esta medida, consigue en el mejor de los casos (duplicación de las frecuencias), un incremento del 15% en la elección del transporte público.

Una segunda medida de mejoramiento del transporte público, se enfocó al diseño de una tarjeta inteligente que permitiera reducir el valor de las tarifas y no cobrar el trasbordo si este era en el ámbito urbano o, a aplicar descuentos crecientes de acuerdo con el número de viajes realizados. De acuerdo con este esquema, las tarifas podrían reducirse hasta en un 50% y el efecto de su implementación en el mejor de los casos, señala un incremento del 13,8% de los viajes del transporte público, pero así mismo, requiere importantes recursos para subsidiar a los viajeros y no garantiza que el incremento en la demanda se deba a la transferencia desde el coche, pues como en otras experiencias (Storchmann, 2003), puede deberse a usuarios del transporte público que realizan más desplazamientos o a usuarios de los modos no motorizados que deciden usar el transporte público dado el precio.

Una tercera medida consideró un incremento del 50% en las tarifas tanto de los aparcamientos públicos como los de carácter privado, identificando a los usuarios frecuentes de acuerdo con el motivo del desplazamiento. La modelización del reparto modal dejó entrever que el incremento del transporte público por esta medida podría ser del 48%, valor alto, que no exige inversiones significativas, que genera recursos

extras para el mejoramiento de los modos alternativos y que garantiza que la nueva demanda procede exclusivamente del coche.

Por último, se simuló una cuarta medida dirigida a la reducción en el tiempo de viaje (diferente a los cambios en la frecuencia), éste se orientó a disponer de carriles preferenciales y una gestión de tráfico tal, que condujera a ahorros significativos en el tiempo a bordo. A falta de experiencias reales, se consideró la simulación de una reducción en el tiempo medio de viaje de un 10%. El efecto de dicha medida sobre el reparto modal mostró que el transporte público podría incrementar su participación en un 7,7%.

Por otra parte, se simularon y evaluaron las medidas aplicadas en conjunto, observando que mejores resultados fueron aquellos casos en los que se combinaba el incremento en el coste del aparcamiento (disuasión de uso del coche) con alguna de las de mejoramiento del transporte público, como el aumento de la frecuencia o la reducción en el tiempo de viaje. Los resultados en general fueron mejores que la suma de las medidas consideradas individualmente.

En resumen, puede decirse, que las medidas orientadas a disuadir a los usuarios del coche, especialmente a través de esquemas tarifarios, pueden ser mucho más eficaces social y financieramente que el mejoramiento simple de la oferta del transporte público y que posiblemente, la combinación de medidas de disuasión del uso del coche con las de mejoramiento de los modos alternativos a éste, sean las mejores soluciones, como se consideró para Madrid y como se percibe en el caso de Londres.

4.4.4.3 La modificación del reparto modal en París y Lyon.

Bonnel et al (2003) han realizado sendos estudios para las áreas más céntricas de las ciudades de París y Lyon en Francia, con el fin de analizar el reparto modal y el impacto de diferentes medidas orientadas a conseguir una reducción significativa en el uso del coche.

De acuerdo con el análisis, el 8% de los usuarios del coche en el centro de París y el 18% de los de Lyon, realizaban sus desplazamientos en ese modo a pesar de que las alternativas disponibles eran mejores desde el punto de vista del tiempo de viaje y, así mismo, más del 80% de los usuarios del coche en ambas ciudades, podrían haber economizado una parte de su presupuesto monetario si hubiesen utilizado una

alternativa al coche. Al hacer una valoración de hacia que modos se podría hacer la transferencia, se encontró que en París, en el 66% de los casos, la mejor alternativa era el transporte público, mientras en Lyon, la mejor alternativa era la bicicleta, con una porción muy significativa en términos de viajeros y de viajeros – km.

Para aumentar la posibilidad de transferencias se consideraron dos situaciones hipotéticas: eliminación de las restricciones de presupuesto de tiempo e incremento en la frecuencia del transporte público. Las estimaciones señalan que de esa forma, las posibilidades de transferencia podrían duplicarse, pero en el caso de Lyon la mejor alternativa deja de ser la bicicleta y pasa a ser el transporte público.

La comparación de los dos ámbitos muestra una mayor potencialidad en la ciudad de menor tamaño (Lyon), que se puede relacionar con el uso del suelo y la disponibilidad de transporte público, pero también, con la localización de las actividades y por ende, con las distancias medias de viaje, que hacen que modos como la bicicleta o los desplazamientos *a pie*, puedan ser consideradas como alternativas más competitivas.

Ahora bien, la eliminación de las restricciones del presupuesto de tiempo de viaje implican que se deje de considerar al tiempo como una variable relevante o, lo que es igual, que se penalice con tiempo (coste generalizado) la utilización del coche, con lo cual, las modos alternativos ganan competitividad en especial en los viajes más largos, que dependen más de la autonomía del modo, favoreciendo al transporte público.

4.4.4.4 El peaje de área de Londres

En febrero de 2003 y con el propósito de reducir la congestión y potenciar el transporte público, se implementa en Londres un esquema de peaje de área, de acuerdo con el cual, para desplazarse y/o aparcar en la zona céntrica (City), los usuarios de los coches deben pagar 5 libras esterlinas diariamente. Esta zona de peaje funciona en jornada diurna y de lunes a viernes (no festivos), están exentos de pago el transporte público y los usuarios con minusvalías y, existe una reducción de la tarifa para los residentes en la zona.

Esta medida se ha acompañada de un incremento significativo en la cantidad y calidad del transporte público, cuyo mejoramiento se financia con los ingresos netos obtenidos del peaje de área, que se estiman entre 80 y 100 millones de libras esterlinas por año.

Los resultados obtenidos han superado con creces las expectativas de la administración y se puede mencionar que dos años después de implementada la medida, el número de vehículos – km se ha reducido en un 15%, la velocidad media del tráfico ha aumentado un 20% y las demoras han caído en un 30%, con las consecuencias que en términos de beneficios económicos y ambientales esos cambios generan y que se traducen además en una mayor y mejor competitividad del transporte público en autobús.

Las estimaciones de Transport for London (2003) indican que después de las medidas, se han dejado de realizar alrededor de 60.000 desplazamientos en coche, de los cuales, entre el 50 y el 60% se han transferido al transporte público, entre el 15 y el 25% utilizan otra forma de desplazamiento como el transporte compartido, la motocicleta o la bicicleta o, han cambiado la hora de desplazamiento e inclusive han dejado de realizar dichos desplazamientos.

Como se ve y a pesar de las dificultades y resistencias iniciales, este es un ejemplo paradigmático de cómo la buena elección y combinación de medidas de intervención, puede conseguir las metas de transferencias de viajeros desde el coche, sin dejar de mencionar, que cada caso es único y exige un análisis muy juicioso, pues las consecuencias son en general de largo alcance.

A continuación, se describe la forma como se pretende realizar una evaluación económica desde el punto de vista de la sociedad, de la pertinencia de cada uno de los modos, que como se ha dicho, son las razones que justifican el que las administraciones decidan aplicar medidas tendientes a la disuasión del uso de los modos más costosos y por ende, al favorecimiento de aquellos que se han mostrado como más sostenibles.

4.5 VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS TRANSFERENCIAS

De acuerdo con el esquema enunciado en el capítulo dos, y teniendo en cuenta el punto de vista de la sociedad, la metodología prevista contempla un análisis de los costes socioeconómicos en que incurren cada uno de los modos de transporte en el ámbito espacial y temporal en consideración.

Se hace referencia exclusivamente al transporte de viajeros en los modos que en el ámbito urbano, y específicamente en las zonas densas previamente definidas, compiten

de forma relevante: coche particular, modos de transporte público colectivo y modos no motorizados (caminar y bicicleta).

Dado que el punto de vista es el de la sociedad, además de la consideración de las externalidades, se debe eliminar la presencia de los subsidios e impuestos por corresponder simple y llanamente a transferencias entre diferentes miembros de dicha sociedad, que sólo tienen importancia desde el punto de vista de la equidad entre los diferentes grupos económicos que la conforman.

Por otra parte la unidad básica de análisis a que se apunta es el coste por viajero por cada kilómetro recorrido (€/viajero-km), lo cual no impide el que a través de los procedimientos y para realizar análisis se haga referencia a otras unidades como vehículos, vehículos-km o simplemente viajes. De todas formas entre las diferentes clasificaciones habrá nexos fundamentales, como por ejemplo, la tasa de ocupación media de los diferentes tipos de vehículos.

La clasificación y cuantificación de los costes se orienta hacia dos grandes vertientes, los costes internos o privados y las externalidades. En el primer caso, se hará referencia a los costes de operación o explotación, a los costes de las infraestructura y al tiempo de viaje, y en el segundo caso se trata de contabilizar de acuerdo con las metodologías vigentes, los costes de la accidentalidad no cubiertos por el aseguramiento convencional (que hace parte de los costes privados), la contaminación ambiental, el cambio climático, el ruido y el efecto barrera, primordialmente.

El esquema que se presenta tiene su base en sendos trabajos de gran detalle e impacto en España: El manual para la evaluación de inversiones del transporte en ciudades (Ministerio de Fomento, 1996), el balance social del transporte en la Comunidad de Madrid (CRTM, 1995a), la cuenta socioeconómica y ambiental del transporte de viajeros en la Comunidad de Madrid (Guerrero y Monzón, 2003), las cuentas del transporte de viajeros en la región metropolitana de Barcelona (ATM, 2000), el trabajo sobre los costes externos del transporte, desarrollado por INFRAS&IWW para la Unión Internacional de Ferrocarriles - UIC (INFRAS&IWW, 1995; Maibach et al, 2000; Schreyer et al, 2004) y la metodología aplicada para la región de Ile de France (RATP, 2000; Méyere, 2003), principalmente.

Las referencias anteriores, y especialmente las tres primeras, imprimen a la metodología cierto sesgo español, pero eso no impide el que ajustando algunos

parámetros y estableciendo los precios locales de los bienes, servicios y factores, pueda ser usada en cualquier contexto económico y social.

4.5.1 La cuantificación de los costes internos

Como se ha mencionado, los costes internos o privados o de los usuarios corresponden básicamente a aquellos que los productores o consumidores (viajeros) perciben o pagan y por lo tanto son su referente para la toma de decisiones; típicamente son los de operación, los de infraestructura y los costes de tiempo. Los costes de infraestructura se han separado de los de operación en razón de que en ocasiones no se imputan directamente, como puede ocurrir en los modos de transporte de superficie en comparación con los ferrocarriles, en donde la infraestructura se usa de forma exclusiva y se contabiliza oportunamente. Seguidamente se hace una descripción de cada uno de los costes y el procedimiento para su cuantificación.

4.5.1.1 Los costes de operación o explotación

Se clasifican como directos o indirectos, dependiendo de la clase de relación que exista con la producción del servicio de transporte, que en este caso se puede describir en términos de variables como vehículos-km o de viajeros-km.

Los costes directos de operación o explotación se relacionan y ocurren como consecuencia de la prestación o producción del servicio, como los costes de personal, carburantes, neumáticos, mantenimiento y otros como aparcamientos y peajes.

En cuanto a los costes indirectos, son todos aquellos en que se incurre independientemente de que se realice la producción o el servicio y que en ocasiones se denominan como costes fijos: se hace referencia a los costes de propiedad, de amortización, aseguramiento, tasas o gravámenes y los relacionados con la estructura empresarial (administración, utilidades).

Dependiendo de si se trata de transporte privado (coche) o público (autobuses, trenes de cercanías, metro), existen diferencias importantes tanto en las variables utilizadas (los costes de estructura o la contratación de personal de conductores, por ejemplo, no se aplican en el transporte privado, y en el caso del transporte público son los valores más relevantes), como en la misma definición y por ende en su consideración y registro

contable; así, en el caso del coche se hace referencia a un “consumo privado de servicios de transporte” y en el caso del transporte público se hace referencia a la explotación de un sector económico, que demanda, además de una estructura empresarial, una formalidades y un registro estadístico.

Dado que el consumo privado de servicios de transporte no forma parte directa y explícita de la contabilidad económica del sector, la cuantificación de los costes de modos como el coche privado, deben ser realizadas a partir de funciones y factores de consumo, como las descritas en las metodologías de evaluación de inversiones (Ministerio de Fomento, 1996, ATM, 2000) o a través de estimaciones del gasto en transporte de acuerdo con los presupuestos de los hogares, contabilizados por ejemplo en España, a través de las “encuestas continuas de presupuestos familiares” que realiza en Instituto Nacional de Estadística - INE. El procedimiento a aplicar dependerá en gran medida de la disponibilidad de la información, de la confiabilidad de la misma y de los recursos de que se disponga para abordar en caso determinado la recolección y análisis de información específica.

Frente al transporte público y al tratarse de una actividad de explotación económica, esta información aparece bastante desagregada, en los informes y memorias de gestión que presentan las empresas prestatarias de los servicios, aunque, es posible hacer uso de funciones y factores, especialmente en cuanto a los costes directos de operación, como se ha hecho por ejemplo para Barcelona (ATM, 2000) o como la estimación para la evaluación de alternativas realizada por el Banco Mundial (Armstrong, 1986).

En el caso de los modos de transporte no motorizados se presentan dos situaciones particulares: que los costes sean irrelevantes (como sucede con los desplazamientos *a pie*, en los cuales no se contabilizan costes de explotación), o que los viajes sean irrelevantes (como sucede con muchos viajes *a pie*, que no se contabilizan o con los viajes en bicicleta, que o no se realizan o aparecen subvalorados). A pesar de ello, los únicos costes a considerar en este apartado son los que se relacionan con el capital y las infraestructuras para el caso de los desplazamientos en bicicleta.

A continuación se hace una descripción de las metodologías usuales para la estimación de los costes de operación tanto para los coches (vehículos privados) como para el transporte público (particularmente autobuses de superficie y sistemas guiados) y de los referentes de costes unitarios en los precios correspondientes.

- Los costes de explotación del vehículo privado (coche)

Si el método elegido es el de la estimación de gastos a partir de las encuestas de consumo de las familias, que periódicamente recolectan las instituciones de estadística, debe considerarse la adecuación al área de estudio, la relación entre los valores globales y el parque automotor y los impuestos que, como se dijo, deben ser eliminados por su característica de simples transferencias. Si el método es el de los factores e indicadores, a continuación se exponen para cada una de las variables de coste, el método correspondiente.

La mayoría de los procedimientos han sido establecidos por el Ministerio de Fomento (1996) y otros han sido determinados para Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana de Barcelona (ATM, 2000) o para la cuenta Socioeconómica de Madrid (Guerrero y Monzón, 2003).

Combustibles:

La literatura se refiere a la existencia de una relación estrecha entre los cambios en la velocidad media y el consumo de carburantes y a través de esa relación se han establecido de forma indirecta otras para el consumo de lubricantes, de neumáticos y de las actividades de mantenimiento y sustitución de componentes. Para la valoración se hace referencia a tres componentes claves: la función de consumo, la velocidad media y el precio de los combustibles. De acuerdo con el Ministerio de Fomento (1996) para las zonas urbanas se recomienda la siguiente función:

$$CPK = (7,0 + \frac{99}{v}) * 0,01P \quad (4.1)$$

CPK = Coste/km del carburante

v = Velocidad en km/h

P = Precio del litro de carburante antes de impuestos.

Como se ve esta función es general y no toma en cuenta la composición y tecnología del parque automotor, ni las características geográficas de la zona en estudio.

Para la ATM (2000) el cálculo del consumo se realiza para un vehículo representativo del parque automotor y dada una velocidad típica de 60 km/h, a partir de la cual se hacen los ajustes de acuerdo con la velocidad reinante en la situación particular, así:

$$CPK = C_{60\text{ km/h}} * (0,804 + \frac{12,66}{v}) * P \quad (4.2)$$

CPK = Coste/km de carburante

v = Velocidad en km/h

P = Precio del litro de combustible (sin impuestos)

$C_{60\text{ km/h}}$ = Parámetro de consumo (l/km) que en el estudio de Barcelona es 0,0865 litros pero que puede variar con la tecnología y edad vehicular.

Otra estimación del consumo de carburantes es la que se ha establecido a partir de la composición del parque de vehículos en zona de estudio y considerando las funciones de consumo determinadas en la metodología COPERT III (EEA, 2000b) para cada una de esas tipologías y tecnologías vehiculares, en este caso de acuerdo con la Directiva europea correspondiente y que se resumen en la tabla 4.5.

Tabla 4.5: Funciones de consumo de combustible

Directiva y tipología vehicular	Función de Consumo(**)
ECE-1504 ($\leq 1,4$ l)	Si $v < 25$ km/h; $C = 296,7 - 80,21 * \ln(v)$ Si $v \geq 25$ km/h; $C = 81,1 - 1,014 * v + 0,0068 * v^2$
Open Look	$C = 82,4 - 1,278 * v + 0,0107 * v^2$
ECE-1504 (entre 1,4 l y 2,0 l)	Si $v < 60$ km/h; $C = 606,1 * v^{-0,66}$ Si $v \geq 60$ km/h; $C = 102,5 - 1,364 * v + 0,0086 * v^2$
91/441/EEC (entre 1,4 l y 2,0 l)	$C = 106,43 - 1,862 * v + 0,0156 * v^2$
91/441/EEC ($\geq 2,0$ l)	$C = 140,5 - 2,655 * v + 0,0223 * v^2$
Gas oil	$C = 118,589 - 2,084 * v + 0,014 * v^2$

** v es la velocidad vehicular

Fuente: Copert III (EEA, 2000b).

A partir de la tabla 4.5 y según la participación de cada una de las tipologías de vehículos se puede construir un ábaco que indique cómo cambia el consumo de acuerdo con la velocidad, y de esa forma se puede llegar a una expresión similar a las anteriores.

La velocidad media es un valor que se determina para la zona objeto de estudio; puede variar de acuerdo con el escenario de interés o el periodo del día y en cuanto al precio de los combustibles, estos serán determinados a partir de información histórica de los mercados.

Lubricantes:

La participación de este ítem es significativamente baja frente a otros costes y las expresiones comúnmente usadas relacionan su participación con el consumo de carburantes. El Ministerio de Fomento (1996) recomienda usar como valor de consumo un 1,2% del consumo de carburante, de forma que:

$$CLPK = 0,012 * (7,0 + \frac{99}{v}) * 0,01 * P_l \quad (4.3)$$

CLPK = Coste/km del lubricante

v = Velocidad en km/h

P_l = Precio por litro de lubricante antes de impuestos.

Así mismo, la **ATM** (2000), sobre la base de recomendaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, establece que el consumo de lubricantes equivale a un 1,4% del consumo de carburantes, usando la expresión siguiente:

$$CLPK = 0,014 * C_{60km/h} * (0,804 + \frac{12,66}{v}) * P_l \quad (4.4)$$

CLPK = Coste/km de lubricantes

v = Velocidad en km/h

P_l = Precio por litro de lubricante (sin impuestos)

C_{60 km/h} = Parámetro de consumo (l/km) que en el estudio de Barcelona es 0,0865 litros pero que puede variar con la tecnología y edad vehicular.

Neumáticos

En este caso, como en el de los lubricantes, su importancia es relativamente baja y además de depender de la velocidad, su vida útil se asocia con las características de la vialidad, en cuanto a niveles de servicio, gradiente y curvatura de los desplazamientos.

El Ministerio de Fomento (1996) utiliza una expresión que relaciona los costes de cada cambio de llantas con el recorrido medio de los mismos. Para la determinación del recorrido medio se ha establecido la tabla 4.6, que toma en cuenta la velocidad, las características del tráfico y la vialidad.

Mantenimiento y reparaciones:

Los costes de mantenimiento y reparaciones que se establecen según el Ministerio de Fomento (1996), son posteriormente actualizados por la ATM (2000) y como en los casos anteriores, se basan en la velocidad de operación considerando una constante de ajuste por otras variables como las características y la edad del parque vehicular. La expresión recomendada es la siguiente:

$$CMPK = k * v^{-0,44} \quad (4.5)$$

CMPK = Es el coste del mantenimiento por kilómetro en euros
 k = Constante de ajuste (0,1035 en 1996 en euros)
 v = Velocidad de operación en km/h

Tabla 4.6: Cambio de neumáticos de los coches de acuerdo con la velocidad y las características del tráfico

Velocidad	Nivel Servicio	Cambio de neumáticos (km)		
		Recto y Llano	Recto y Ondulado	Curvas y Accidentes
30	A	100.000	100.000	55.600
	B-C	77.000	77.000	50.000
	D	50.000	43.500	25.600
40	A	100.000	77.000	55.600
	B-C	77.000	66.700	43.500
	D	43.500	40.000	26.300
50	A	77.000	77.000	50.000
	B-C	77.000	67.000	43.000
	D	50.000	43.000	30.000
60	A	66.700	66.700	43.500
	B-C	66.700	55.600	40.000
	D	43.000	40.000	25.000
70	A	55.600	55.600	33.300
	B-C	55.600	50.000	33.300
	D	40.000	35.700	23.250

Fuente: Ministerio de Fomento (1996)

Otros costes directos:

Entre estos sobresalen los costes de aparcamiento y los de peaje. Desde el punto de vista de los aparcamientos, se puede realizar una separación de acuerdo con el tipo de viajes (regulares y esporádicos) y a partir de ellos hacer una cuantificación. En el primer caso se hace referencia a una clase de aparcamiento que normalmente no es en la vía pública, que puede ser de propiedad del usuario, que esta disponible para él o que su uso puede ser contratado para el mediano o largo plazo, con lo cual, los precios son diferentes a los que en general se aplicarían a los viajes esporádicos. Se realiza una cuantificación para una muestra de cada uno de estos tipos de viaje y se hace una expansión a toda la población de interés. La encuesta domiciliario de Madrid de 1996 (EDM'96), permite establecer la clase de aparcamiento que tendría un usuario en el destino y de acuerdo con las tarifas medias de aparcamiento, hacer la contabilización de los costes en términos de los indicadores correspondientes (CRTM, 1998).

En cuanto a los peajes, cada vez cobran más relevancia en las zonas urbanas ya sea como método de financiación de las infraestructuras o como estrategia de disuasión a determinados modos de transporte. En general se puede establecer la estimación de estos costes a partir de las recaudaciones de los peajes y del uso de los vehículos en los periodos de interés. Deberán considerarse solamente los vehículos ligeros y que operan habitualmente en el ámbito geográfico.

Costes de capital:

Intuitivamente se puede hablar de dos elementos: la pérdida de valor por el uso, por el paso del tiempo o por la obsolescencia (Vassallo, 2001) y el coste de oportunidad asociado con el dinero que se invierte con ese fin y que podría estar generando rendimientos económicos.

En cuanto al primer caso, este coste tiene relación directa con la depreciación que sufre el activo (*amortización de capital*) y se recomienda para su cálculo el uso de una ecuación de depreciación lineal en la que se relaciona el valor que se deprecia el bien (coste de adquisición a precios francos de fábrica menos el valor de reventa) con la vida útil esperada (kilometraje).

Se considerará si, de acuerdo con el mercado de los vehículos usados, la amortización es de carácter lineal o no y si al final de la vida útil podrá existir un valor de reventa o al contrario un coste por el reciclaje y eliminación de elementos y sustancias

contaminantes. La experiencia indica que la depreciación ocurre con más fuerza en los primeros años de vida útil y se suaviza en los últimos, pero debe igualmente considerarse que en el mercado se presenta una amplia gama de modelos y edades vehiculares.

En lo que se refiere al *coste de oportunidad del capital*, que no contempla el Manual para la evaluación de inversiones de transporte en ciudades, debe ser entendido como el valor o beneficio que genera un factor en su mejor uso alternativo y que dado que el propietario tiene un capital inmovilizado, que ha sacrificado oportunidades de inversión y que, por lo tanto, ha dejado de percibir una rentabilidad determinada, es pertinente que se considere como uno más de los costes asociados con la posesión vehicular.

En este caso, debe considerarse el valor promedio del activo y la rentabilidad anual que se podría obtener, dada la cuantía de la inversión. El mercado financiero puede ser un buen reflejo de las oportunidades sacrificadas.

Aseguramiento:

Dado que el transporte es considerado una actividad riesgosa, está sujeto por ley a la contratación de pólizas de seguros que garanticen la atención médica y las compensaciones pertinentes por la ocurrencia de accidentes de tráfico.

Para la determinación de la participación media de esta variable se debe establecer la relación entre el valor global que se ha pagado anualmente por primas de aseguramiento (antes de impuestos) y el kilometraje correspondiente que recorren todos los vehículos ligeros de la zona objeto de estudio. De esta forma, es posible obtener un valor de prima media por kilómetro de viaje.

Las compañías de seguros y reaseguros pueden ser una excelente fuente de información con respecto a la contratación de pólizas vehiculares y su relación con zonas o regiones específicas.

Tasas y gravámenes:

Típicamente se hace referencia, entre otros, a los siguientes impuestos o tasas sobre el transporte automotor:

- IVA por la adquisición de vehículos
- Impuesto sobre las transmisiones patrimoniales (mercado del usado)
- Impuesto especial de carburantes
- IVA sobre la contratación de pólizas de aseguramiento
- IVA sobre adquisición de autopartes, carburantes y lubricantes
- Impuesto sobre los vehículos de tracción mecánica
- Tasas de circulación y tráfico como la de inspección técnica.

A cada uno de estos impuestos o gravámenes se hace referencia en el momento en que se relacionan los costes o valores a los que se asocia, como los seguros, los carburantes o los costes de capital, por ejemplo. Dada la consideración de costes socioeconómicos desde el punto de vista de la sociedad, los impuestos son simples transferencias entre los diferentes grupos y, por lo tanto, se deben eliminar en la contabilización.

- Los costes de explotación del transporte público

En este caso, y por obedecer a la explotación de un servicio, las empresas dedicadas a su prestación llevan una contabilidad detallada que incluye todos y cada uno de los costes periódicos en que se incurre, así como de todos los ingresos (explotación y otros), pero que en ocasiones pueden ser afectados por estacionalidades o coyunturas. Se mencionan dos métodos para la estimación de dichos costes, que no son excluyentes: uno directo basado en la cuantificación de los consumos de recursos para atender a la oferta programada y otro indirecto que se basa en los costes unitarios medios en el ámbito de indicadores o factores. En general, los métodos no son incompatibles entre sí y más bien sus resultados deben ser contrastados para analizar la confiabilidad de los mismos (en el caso de las cuentas de Madrid y Barcelona, se pueden observar diferencias de más del 100% en los consumos de carburantes de los coches, por ejemplo, lo cual se asocia con la metodología y las fuentes utilizadas).

El Ministerio de Fomento recomienda utilizar los valores históricos provenientes de las contabilidades de los operadores de los diferentes servicios, los cuales no necesariamente se corresponden con los estándares de consumos, por políticas frente a las necesidades de la oferta o las condiciones de calidad de los servicios. Así, por ejemplo, el rendimiento del combustible depende de las tasas de ocupación de los autobuses y de los recorridos en vacío, que en ocasiones se deben realizar para cumplir con la programación de despachos. Las tablas 4.7 y 4.8 son un ejemplo de la información consolidada sobre los indicadores de operación y los costes en el transporte en Metro

Tabla 4.7: Índices representativos de la actividad del transporte en Metro en España

Concepto	<i>Barcelona</i>			<i>Madrid</i>			<i>Bilbao</i>	
	1995	2000	2003	1995	2000	2003	2000	2003
Viajeros/km (millones)	3,25	3,62	3,83	3,29	3,06	2,65	1,92	2,12
Viajeros/coche-km	4,69	5,03	5,18	4,40	4,44	4,05	5,27	4,64
Coste/coche-km (€)	2,72	2,90	2,94	3,10	3,14	4,02	2,81	2,80
Coste total/viajero (€)	0,60	0,59	0,59	0,70	0,71	0,99	0,61	0,63
Ingreso tráfico/viajero (€)	0,37	0,44	0,45	0,30	0,32	0,97	0,46	0,49
Energía tracción/coche-km(Kwh)	2,81	2,70	2,66	2,80	2,85	2,91	3,30	3,13

Fuente: Ministerio de Fomento (2004) a partir de los operadores

Tabla 4.8: Cifras económicas de la explotación del transporte en Metro en Madrid

<i>Concepto</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>
Ingresos de tráfico (millones de €)	97,38	120,84	166,96
Ingresos totales (millones de €)	103,00	144,01	215,97
Coste total de explotación	213,62	279,72	371,05
-Costes de Personal	51,4%	55,9%	49,0%
-Costes de Energía	10,0%	9,9%	7,0%
-Costes de Materiales	2,4%	2,3%	2,0%
-Amortizaciones	10,4%	15,9%	19,0%
-Gastos financieros	18,5%	6,6%	5,0%
-Otros	7,1%	9,4%	18,0%
Índice cobertura (Ingresos/Gastos) (%)	48,2%	51,5%	48,6%

Fuente: Ministerio de Fomento (2004)

Por otra parte, la ATM (2000) recomienda algunas ecuaciones para la estimación de costes de explotación, por lo que se presenta dicha información como referencia, específicamente en lo que tienen que ver con el transporte público por autobuses, que puede usarse como se mencionó antes para hacer comparaciones.

Consumo de combustibles/energía:

$$CC = 581,15 - 11,99 * v + 0,0978 * v^2 \quad (4.6)$$

Siendo CC el consumo de carburantes en cm^3/km y v la velocidad media de circulación de los autobuses en km/h .

En el caso de Barcelona se ha encontrado que el factor de consumo de los autobuses es de 0,5734 litros/km para la zona densa y de 0,487 litros/km para el promedio del área metropolitana.

En los casos de consumo de electricidad, especialmente para los sistemas ferroviarios, debe tenerse en cuenta que los impuestos son en este caso diferentes a aquellos que se aplican a la gasolina o al gasóleo.

Consumo de lubricantes:

Como en el caso los vehículos privados, su consumo se estima como un porcentaje del consumo de los carburantes de forma que:

$$CL = 0,008 * CC \quad (4.7)$$

Siendo CL el consumo de lubricantes (cm^3/km) y CC el consumo de carburantes en esas mismas unidades.

Neumáticos:

El procedimiento es similar al del consumo de neumáticos por parte de los coches, pero en este caso no existe una tabla a partir de la cual se pueda determinar la vida útil de dichas piezas, por lo que se deberá tomar como guía la experiencia de los operadores y los catálogos de los fabricantes de acuerdo con las condiciones particulares de operación (velocidad, condiciones de tráfico, vialidad).

$$CNPk = \frac{P_n}{V_u} \quad (4.8)$$

$CNPk$: Coste de neumáticos por kilómetro

P_n : El valor de cada juego completo de neumáticos (antes de IVA)

V_u : Vida útil de un juego de neumáticos (km)

Costes de capital:

Como en el caso de los coches, debe hacerse referencia a dos variables, la pérdida de valor por el uso, por el paso del tiempo o por la obsolescencia (amortización o depreciación) y el coste de oportunidad (rentabilidad económica), que en el caso específico de los servicios de transporte público realizados por operadores privados es evidente y que igual consideración debería aplicarse para las empresas de gestión pública como la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT) o el Metro de Madrid, por ejemplo.

En la tabla 4.9 se pueden observar algunos elementos fundamentales para establecer los costes de capital en el transporte ferroviario metropolitano de una ciudad como Madrid. Para las amortizaciones se recomienda tener en cuenta el método de depreciación lineal y sin valor de reventa; y para el caso de la rentabilidad, debería considerarse el valor de los equipos y la tasa social de descuento.

En cuanto a los costes de capital del transporte por autobuses, la amortización se estima a partir de los costes de adquisición, la forma depreciación lineal, la vida útil prevista y el valor de reventa correspondiente. De todas maneras, valores más específicos para diferentes ciudades de España son presentados en la tabla 4.9, de acuerdo con lo recomendado por el Ministerio de Fomento.

Tabla 4.9: Costes de material móvil y de explotación en el metro de Madrid

	<i>Material 2000</i>	<i>Material 5000</i>
Valor de Adquisición (€)	4.117.500	6.039.000
Vida útil (años)	25	25
Composición típica (coches/tren)	6	6
Plazas totales	810	1.290
Costes personal (€/coche-km)	0,28	0,25
Energía (€/coche-km)	0,21	0,30
Mantenimiento Mat. Móvil (€/coche-km)	0,26	0,32
Limpieza coches (€/coche-km)	0,04	0,04
Costes estaciones (€/año)	355.691	401.807
Mantenimiento Infraestructura (€/km-Año)	55.876	62.037

Fuente: Ministerio de Fomento (1996)

Tabla 4.10: Distribución de los costes principales en el transporte urbano por autobús

	<i>Coste total</i> (€/km)	<i>Personal</i> (%)	<i>Consumos</i> (%)	<i>Amortización</i> (%)	<i>Financieros</i> (%)
Madrid	2,66	66,9	13,8	6,5	12,8
Barcelona	4,29	60,4	5,1	4,0	30,5
Valencia	2,29	70,9	8,3	5,7	15,1
Sevilla	2,71	63,6	10,1	6,8	19,5
Málaga	2,69	76,0	16,5	5,7	1,8
Zaragoza	1,78	63,9	16,3	9,8	10,0

Fuente: Ministerio de Fomento (1996)

- Los costes de explotación de los modos no motorizados

En este caso particular se hace referencia exclusivamente a los desplazamientos en bicicleta ya que los costes incurridos en los desplazamientos *a pie* son muy bajos y se asocian más con el vestuario (calzado) que con el transporte en sí mismo. Las fuentes de información no profundizan en la cuantificación de este tipo de costes por considerarlos marginales.

Litman (2003) hace estimaciones sobre los costes relacionados con el mantenimiento anual de la bicicleta (alrededor de 100 dólares) y con los coste de capital o de posesión del vehículo de acuerdo con el precio de adquisición de dicho vehículo, concluyendo que los costes de explotación son los que se muestran en la tabla 4.11, que puede ser usada como una buena referencia a falta de mayores precisiones.

Tabla 4.11: Los costes de explotación del transporte en bicicletas.

<i>Ítem</i>	<i>€/viajero -km</i>
Costes de operación y mantenimiento	0,010
Costes de capital	0,025
Costes de explotación	0,035

Fuente: Elaboración propia a partir de Litman (2003)

4.5.1.2 Coste de la infraestructura

En el sector transporte es común que la gestión de las infraestructuras esté separada de la gestión y explotación de los servicios, entre otras razones por la magnitud de las inversiones o por singularidades como la de corresponder a un servicio público.

Las referencias señalan que los costes de las infraestructuras representan entre un 1% y un 8% de los costes sociales del transporte (incluidos el tiempo y las externalidades) y así, en el caso de los vehículos industriales, el coste puede variar desde los 0,02 € de España a los 0,08 € de Alemania por cada km recorrido (EC, 1998), valores en apariencia bajos frente al esfuerzo que deben hacer las administraciones para mantener un determinado nivel de servicio.

La imputación de los costes de las infraestructuras a los diferentes modos encuentra algunas dificultades debido a las características de la propiedad y gestión de las mismas, en razón de la diversidad de modos que las utilizan y a los esquemas de amortización (depreciación), que deben reflejar periódicamente la larga vida útil que tienen (50 o más años) e incluir trabajos de renovación y conservación que afectan frecuentemente la cuenta de capital (Vassallo, 2001).

Ahora bien, el trabajo de imputación de los costes de infraestructuras a cada uno de los modos debe partir por definir claramente lo que se entiende por infraestructuras y otorgar un tratamiento homogéneo y equitativo a cada uno de los modos y sus singularidades (obras lineales como carreteras o redes férreas y obras puntuales como estaciones de trenes o intercambiadores de transporte) y deben tomarse en cuenta tanto los costes de capital, relacionados con la adquisición y amortización de los activos, como los costes corrientes de mantenimiento y explotación de dichas infraestructuras.

De acuerdo con Guerrero (2003), la imputación de los costes de las infraestructuras es una cuestión sensible puesto que presenta una dimensión política relacionada con la tarificación por su uso, pero así mismo, existen objeciones referentes a que no todos los costes de las mismas deberían ser imputados a los vehículos que las utilizan, puesto que estas obras juegan un papel fundamental en la vertebración territorial, en la cohesión económica y social de los habitantes y como espacio para la canalización de servicios, por ejemplo.

En referencia a la carretera, que puede ser la infraestructura con más dificultades para la imputación de los costes, se han identificado tres tipos de indicadores, como son la utilización del viario (veh-km), las cargas de los vehículos (t-km) y la ocupación de la calzada (vehículos-km equivalentes) y los diferentes costes se asignan teniendo en cuenta dichas particularidades. El estudio sobre el balance social del transporte en

Madrid (CRTM, 1995a), recomienda una asignación de costes de la siguiente forma y de acuerdo con la tabla 4.12 de equivalencias entre las categorías de vehículos:

- Los costes de construcción de las infraestructuras en función de la ocupación de la calzada.
- Para los costes de reposición y conservación, un 80% en función del peso bruto (dado el deterioro que causa sobre los firmes) y 20% en función de la capacidad u ocupación espacial (para tomar en cuenta gastos de señalización o de drenajes que no se asocian directamente con el peso bruto vehicular)

Tabla 4.12: Equivalencias entre las diferentes categorías de vehículos

<i>Categoría de vehículos</i>	<i>Ocupación de la calzada (equivalencia en turismos)</i>	<i>Peso medio vehicular Toneladas(t)</i>
Turismos	1,0	1,13
Motos	0,5	0,22
Furgonetas	1,5	1,46
Autobuses	3,0	8,90
Camiones	4,3	16,38

Fuente: CRTM (1995a)

En cuanto se refiere a las infraestructuras ferroviarias y su imputación a las diferentes categorías de trenes (carga, viajeros, largo recorrido, cercanías), la práctica metodológica es muy similar a la que se aplica a la carretera; es decir, en función de la utilización de la red y del desgaste. Como aspecto particular del caso de la almendra de Madrid se señala que la red del Metro es utilizada de forma exclusiva, por lo que más que la imputación de valores a diferentes modos, se trata de precisar la ecuación que permite asignar a un determinado período de tiempo, dichos costes (igual que la depreciación en el caso de los equipos). Como en el caso de los costes de capital de los equipos, lo que se recomienda es partir de los valores reales (ocurridos y contabilizados) y no de las estimaciones que surgen de los indicadores o factores medios, que por las singularidades de las obras civiles, no pueden ser objeto de generalización.

El Manual para la evaluación de inversiones de Transporte en las ciudades (Ministerio de Fomento, 1996), ofrece información detallada sobre los costes unitarios de inversiones en obras físicas y en equipamiento, así como estimativos sobre la vida útil y el valor residual, a partir de los cuales se puede hacer una aproximación a los costes a imputar por esas infraestructuras.

Frente a los costes de la bicicleta en términos de infraestructura, aunque se hace mención a que los valores de inversión en carriles o pistas con todas las obras accesorias (equipamiento y señalización) debe estar entre los 100.000 euros/km de Madrid (DGT; 2000) y los 300.000 euros/km de Bogotá (The World Bank, 2002), el problema es que no se tienen detalles sobre los costes de mantenimiento, de utilización y de vida útil de las obras, por lo que se ha optado por homologar la ocupación de la calzada a una motocicleta y estimar los costes de infraestructura a partir de los valores del stock de capital y de los costes de mantenimiento y reparaciones de las carreteras y del viario urbano, que es una posición conservadora.

4.5.1.3 El tiempo de viaje

Desde el punto de vista de la evaluación de inversiones, los ahorros de tiempos de viaje representan más del 50% de los beneficios que se generan y esto mismo puede suceder en el caso de las decisiones de los viajeros frente a la elección del modo de transporte, como se menciona en el capítulo 3.

Para la tarea de **cuantificación** del tiempo de transporte se hace referencia a diferentes componentes: los tiempos de disposición, de acceso, de espera, a bordo, de trasbordo y de dispersión. Esta separación en componentes se asocia con la ponderación que los usuarios asignan a cada una de ellas (Wardman, 2004).

La identificación y cuantificación del tiempo de transporte se realiza a través de la realización de encuestas específicas o generales como las denominadas origen – destino y/o a través del desarrollo de modelos que representan las ofertas y demandas de transporte para las situaciones reales o hipotéticas y a partir de ellas, se pueden encontrar las diferencias entre las situaciones denominadas CON y SIN proyecto.

A partir de las encuestas origen destino, como las que se han programado para la Comunidad Autónoma de Madrid (CRTM, 1998), es posible saber, para un día típico, los tiempos de viaje puerta a puerta, para cada categoría de usuario y para cada uno de los modos que participan en esos mercados. A través de la modelización de la oferta y de su interacción con la demanda, es posible saber para los modos de transporte público, por ejemplo, las magnitudes de las diferentes componentes del viaje y, de esa forma, el problema se limita a la ponderación y a la valoración de cada una de ellas. Gracias a una serie de procedimientos de gestión de bases de datos se

determina para la zona densa de Madrid, y para la relación de esta con las demás, las magnitudes y características de cada uno de los diferentes tipos de los viajes, de acuerdo con el usuario, el modo, la actividad o el motivo, principalmente.

En cuanto a la fase de **valoración** del tiempo de viaje, es una tarea fundamental que exige extremo cuidado, pues depende de las características del usuario (nivel socioeconómico, de los presupuestos de tiempo y dinero y de rigidez temporal, entre otros), de las características del viaje (motivo, distancia, duración, frecuencia, etc.), de las características del modo de transporte (velocidad, comodidad, seguridad, costes), de las características del entorno (sociales, climáticas, ambientales), entre otras, haciendo que la tarea se torne subjetiva y específica para cada caso.

De esta forma, es posible encontrar referencias bibliográficas (ver capítulo 3) según las cuales se hacen valoraciones por ejemplo, de acuerdo con el nivel de renta, el tipo de actividad, el motivo del viaje, el modo de transporte y por supuesto de acuerdo con las componentes del viaje que son muy pertinentes para las justificaciones sobre el reparto modal, pero que no son esenciales para la evaluación desde el punto de vista socioeconómico.

En este caso, cuanto se desea es la cuantificación a precios socioeconómicos de los recursos reales que la sociedad dedica a determinadas actividades, para de forma comparativa decidir si se es eficiente o si se debiesen realizar ajustes para lograr esa eficiencia. Por lo tanto y como lo menciona Guerrero (2003), el valor social del tiempo será dependiente del individuo en cuanto se relaciona con su contribución a la riqueza social a través de su coste de oportunidad o dependiente de la generación de valor añadido, pero no de su percepción subjetiva y puntual.

Como referentes cercanos de valoración horaria del tiempo de viaje, se pueden considerar estimaciones realizadas en España, como las 774 pesetas (4,8 €) de la cuenta de Madrid en 1996 (Guerrero, 2003), las 800 pesetas (4,9€) del Manual de inversiones de transporte urbano (Ministerio de Fomento, 1996) o las 1115 pesetas (6,8 €) de la cuenta de Barcelona en 1998 (ATM, 2000) y en todo caso, para los diferentes modos en competencia y para las diferentes componentes del tiempo, se considerará un único valor de dicho tiempo.

Se resalta el caso del tiempo en los modos no motorizados, que de acuerdo con la mayoría de las referencias, es ponderado como dos o más veces, el tiempo a bordo de los modos motorizados. Esta posición no se comparte, entre otras razones, porque se

esta haciendo una evaluación desde el punto de vista de la sociedad y, en este trabajo se recomienda su cuantificación y valoración en las mismas condiciones que los demás modos.

4.5.2 La cuantificación de las externalidades

Entre las alternativas identificadas para realizar una aproximación a la valoración de las externalidades se puede mencionar como más relevantes los métodos de costes evitados o inducidos, costes de las medidas correctoras, precios hedónicos, valoración contingente y las denominadas compensaciones legales (Azqueta, 1996). En general se trata de inferir su valor a partir de la observación de transacciones económicas en mercados relacionados con la externalidad o a través de la indagación mediante encuestas, sobre la disposición a pagar o a aceptar por determinada acción.

Como se ha mencionado, en el ámbito de la Unión Europea se han dado significativos avances en la consecución de un modelo de valoración de las externalidades del transporte, que permita establecer el impacto de cada uno de los modos y que pueda ser aplicado a diferentes contextos físicos y socioeconómicos.

A pesar de la detallada y exhaustiva lista de externalidades del transporte que pueden ser objeto de medición, se hará referencia a las que se perciben como más relevantes, es decir, la parte no compensada de la accidentalidad, el cambio climático, la contaminación ambiental, el ruido y el efecto barrera.

La cuantificación contempla, como en los casos anteriores, la utilización de los indicadores de coste establecidos por INFRAS&IWW (Schreyer et al, 2004), contextualizados desde el punto de vista geográfico y económico para el caso en estudio y la comparación con otros referentes de ámbito local como la cuenta económica y socio-ambiental del transporte de viajeros en la Comunidad de Madrid (Guerrero y Monzón, 2003). En el caso específico del Manual para la evaluación de inversiones de transporte urbano (Ministerio de Fomento, 1996), las externalidades se evalúan desde la óptica cualitativa y las valoraciones del ruido y la contaminación ambiental que se incluyen, no se asignan a cada uno de los modos responsables.

En la tabla 4.13 se presentan algunos de los resultados en el ámbito de indicadores promedio, obtenidos por INFRAS&IWW (Maibach et al, 2000) para el caso de España. Para el caso particular de la zona densa de Madrid, se deben tener en cuenta algunos

ajustes asociados con la densidad poblacional, con las velocidades e intensidades de los flujos, con las tasas de ocupación, e inclusive con los niveles socioeconómicos, así como el contraste y análisis frente a otros valores obtenidos localmente.

Tabla 4.13: Costes promedio de externalidades del transporte en España en 1996
(€/1000 viajeros -km)

<i>Externalidad</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Tren Pasajeros</i>
Accidentes	27,8	1,9	0,3
Ruido	3,1	0,6	5
Contaminación del aire	10,3	7,6	2,5
Cambio climático	13,4	5,2	5,5
Efectos urbanos	1	0,3	0,7
Total	55,6	15,6	14

Fuente: Schreyer et al. (2000) y ajuste de precios de acuerdo con inflación.

De la tabla anterior se pueden inferir las diferencias en la magnitud de las externalidades entre el transporte particular (coche) y los modos de transporte público, así como el peso de la accidentalidad en el coche (50% de los valores relacionados) y la valoración relativa que se asigna al impacto del ruido causado por el tren, que llega a ser la más alta y que no es pertinente para el caso actual del Metro en Madrid, en donde el sistema se encuentra totalmente aislado.

A continuación se relaciona el coste de las externalidades de acuerdo con las fuentes referidas:

Los costes de accidentalidad:

La valoración económica de los daños ocasionados por los accidentes, especialmente en lo relacionado con las víctimas y su entorno está siendo objeto de frecuentes revisiones, que han supuesto un ajuste notable.

Desde la perspectiva de las externalidades, se hace mención en este apartado a todos aquellos costes que no son considerados en las pólizas de seguros, que son difíciles de cuantificar en dinero y que se presentan por la ocurrencia de un accidente de tráfico, como son:

- La pena y el sufrimiento de las víctimas, de sus familiares y de sus amigos

- La pérdida neta de producción por muerte o por reducción de la vida laboral de las víctimas de los accidentes
- Los costes externos asociados con los cuidados médicos a las víctimas y a sus familiares y relacionados
- Costes de policía y de administración de justicia asociadas con los accidentes.

A partir de estudios de evaluación contingente se estima la disposición a pagar por la reducción de los riesgos y gracias a la contabilización detallada de los otros costes asociados (cuidados médicos, laborales de reemplazo y/o reintegración, de policía y de justicia), se puede estimar el coste social de los accidentes, del que debe ser extraída la parte compensada o cubierta por la póliza de seguro responsable y así encontrar o establecer el coste de esta externalidad.

INFRAS e IWW, han realizado esta tarea en el ámbito de la Unión Europea y han determinado una serie de valores que pueden ser usados como indicadores de dicho coste. Sin embargo, por no contar con datos desagregados (tipo de vía y densidad del tráfico) para el caso de España, se mantienen los valores de la accidentalidad que se muestran en la tabla 4.14.

Por otra parte, el estudio realizado por Guerrero (2003) para la Comunidad de Madrid, aplica una metodología de tipo *bottom up* según la cual y de forma exhaustiva se definen los elementos y factores de coste de los accidentes, se identifican las fuentes de información, se separan aquellos ítems que ya han sido cubiertos a través de las pólizas de seguros y finalmente se extraen los valores de la externalidad para el ámbito de estudio, los que se muestran en la tabla 4.14.

Tabla 4.14: Los costes externos de la accidentalidad en la Comunidad de Madrid en 1996

<i>Externalidad</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Tren Pasajeros</i>
A nivel de vehículos (€/1000 vehículos-km)	25,06	31,73	92,98
A nivel de viajeros (€/1000 viajeros)	363,73	5,89	21,04
Indicador (€/1000 viajeros-km)	19,59	1,86	3,97

Fuente: Guerrero (2003) y conversión propia

De acuerdo con la tabla 4.14 los valores de coste por viajero son significativamente más altos en el caso del coche que en el de los otros modos; las razones pueden asociarse con la distancia típica de viaje considerada. Así mismo, llama la atención el que los costes del tren sean más altos que los del autobús, lo cual se puede asociar a casos

coyunturales del año 1996 en los que la accidentalidad del Metro fue mayor que la de los otros modos de transporte público.

Por otra parte y consultando la cuenta de Barcelona (ATM, 2000), se encontró que los valores estimados son aún más altos que los determinados para Madrid en el caso del coche (54,5 €/1000 viajeros-km), pero muy parecidos en el caso de los usuarios del transporte público (1,80 €/1000 viajeros-km) a pesar de la utilización de procedimientos diferentes.

Los costes por el cambio climático:

Este es un tema de gran preocupación y sensibilidad en la sociedad. La intensidad de los cambios climáticos que en el ámbito mundial están afectando al hombre y su entorno, llaman la atención y demandan medidas urgentes para la reducción de su efecto, que como se ha mencionado previamente, se debe en buena proporción al tráfico.

La valoración de esta externalidad se realiza a través de la cuantificación del CO₂ emitido y su multiplicación por el precio sombra unitario. Ese valor se estima generalmente a través del método de los costes evitados y depende fundamentalmente de los objetivos y estrategias de las políticas frente al cambio climático. Diversos estudios han fijado valores que van desde los 20 € hasta los 170 € por tonelada de CO₂ emitida, dependiendo principalmente de las metas de reducción y de la flexibilidad para la transacción o comercio de cuotas de emisión. El grupo INFRAS&IWW ha estimado un valor de 140 € por tonelada para el año 2000 (fija un rango que va desde los 70 hasta los 200 €/tonelada), de acuerdo con un escenario de reducción del 50% de las emisiones en 2030 en comparación con 1990. La tabla 4.15 muestra los valores estimados por este grupo para el ámbito urbano.

Tabla 4.15: Costes externos por cambio climático en ámbito urbano para 1996 de acuerdo con INFRAS&IWW (€/1000 veh-km).

	<i>Coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Tren Pasajeros*</i>
Bajo alcance (20 €/t de CO ₂)	6,03	22,2	101,8
Alto alcance (140 €/t de CO ₂)	42,4	155,5	710,7

* Para el caso urbano se considera el tren eléctrico

Fuente: Schreyer (2004) y ajuste propio por inflación.

En cuanto al caso particular de Madrid y de acuerdo con Guerrero (2003), quien establece el coste a partir de las emisiones de contaminantes atmosféricos (datos de CORINAIR para 1996 que se muestran en la tabla 4.16), los valores específicos son más bajos que los enunciados previamente y la razón está en el uso de un coste por tonelada de CO₂ conservador (32,5 €/t), que no es consecuente con la cada vez mayor disposición a pagar por la reducción de este efecto y la consideración global de todos los flujos de la Comunidad Autónoma de Madrid, que en promedio producen emisiones inferiores a las que se tendrían en un entorno urbano, denso y con frecuentes congestiones como el del caso específico de la corona más interna de la ciudad de Madrid, o de cualquier otro centro urbano de ciudades de similares características.

Tabla 4.16: Emisiones de contaminantes por el transporte y porcentaje según modos en Madrid en 1996 (toneladas y proporción).

<i>Ítem</i>	<i>Total modos</i>	<i>Carretera</i>	<i>Ferrocarril</i>	<i>Aeropuertos</i>	<i>Otros</i>
SO _x	6.113	92,6%	0,6%	4,3%	2,5%
NO _x	71.804	93,2%	0,4%	4,0%	2,4%
COV	51.233	98,6%	0,1%	0,5%	0,8%
CH ₄	1.560	97,7%	0,1%	0,9%	1,3%
CO	320.303	99,0%	0,0%	0,6%	0,4%
CO ₂	8.262.000	88,4%	0,3%	10,0%	1,3%
N ₂ O	548	92,9%	1,8%	4,7%	0,6%
NH ₃	348	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Guerrero (2003) a partir de datos de CORINAIR.

En la tabla 4.17 y como referencia se presentan los valores estimados para la Cuenta Socioeconómica de Comunidad de Madrid antes mencionada, de la cual se resalta el bajo valor estimado para los autobuses de transporte público, que, como se sabe, dependen fuertemente de los combustibles derivados del petróleo y en particular del diesel.

Tabla 4.17: Costes externos por cambio climático en la Comunidad de Madrid en 1996

<i>Externalidad</i>	<i>coche</i>	<i>autobús</i>	<i>tren pasajeros</i>
A nivel de vehículos (€/1000 vehículos-km)	11,54	7,93	2,10
A nivel de viajeros (€/1000 viajeros)	167,86	1,44	0,48
Indicador (€/1000viajeros-km)	9,02	0,48	0,12

Fuente: Guerrero (2003) y conversión propia

Los costes por la contaminación ambiental:

En el ámbito local y desde el punto de vista de la sociedad hay que considerar los impactos de la contaminación sobre la salud humana, sobre los materiales y construcciones, sobre los cultivos y sobre los bosques. Obviamente, por su magnitud y trascendencia, los mayores avances se han dado en la valoración de los impactos sobre la salud humana.

INFRAS&IWW usando una distribución de arriba abajo, ha estimado y actualizado los costes medios y marginales de contaminación ambiental causada por los modos de transporte. Para este trabajo se ha usado como sustancia de referencia las partículas PM₁₀, y a través de correlaciones entre el incremento de dichas partículas y el aumento de la morbilidad y la mortalidad, se ha establecido la disposición a pagar por un aire de mejor calidad.

Los valores estimados para un entorno urbano se relacionan a continuación en la tabla 4.18. Debe considerarse que el coste de las emisiones puede variar fuertemente de un vehículo a otro de acuerdo con la tecnología y el tipo de combustible que utilizan; así, un vehículo previo a los denominados EURO I puede contaminar 30 veces más que un EURO III e igualmente, un autobús que usa diesel como carburante, puede contaminar más por pasajero transportado, que un coche que utiliza gasolina. Por lo anterior, la calidad de las bases de datos sobre el parque automotor, juegan un papel esencial en este punto.

Tabla 4.18: Costes externos de la contaminación ambiental en el ámbito urbano en 1996

	<i>coche</i>		<i>autobús urbano</i>	<i>tren de pasajeros</i>
	<i>gasolina</i>	<i>diesel</i>		
Coste (€/1000 veh-km)	8,99	70,44	292,89	655,98

Fuente: Schreyer (2004) y ajuste propio por inflación.

En el estudio de Madrid a que se ha venido haciendo referencia, se realizó una valoración a partir de las emisiones referidas en la tabla 4.16 previamente mostrada y varios estudios de correlaciones entre la morbilidad y la mortalidad en Madrid, como consecuencia de la contaminación. Se utilizó un valor de la vida humana de 34,1 millones de pesetas (alrededor de 200.000 €), que es un valor significativamente menor

que el que se ha utilizado para el contexto europeo y por ende los resultados son más bajos, especialmente en cuanto se relaciona con los transportes públicos (ver tabla 4.19).

Tabla 4.19: Costes externos de la contaminación ambiental en la Comunidad de Madrid en 1996.

	<i>Coche</i>	<i>autobús</i>	<i>tren pasajeros</i>
A nivel de vehículos (€/1000 vehículos-km)	13,46	9,20	26,50
A nivel de viajeros (€/1000 viajeros)	195,15	1,68	0,54
Indicador (€/1000 viajero-km)	10,52	0,54	0,12

Fuente: Guerrero (2003) y conversión propia

Los costes del ruido:

La valoración suministrada por INFRAS&IWW sigue el esquema *top - down* y considera dos campos de acción: uno de carácter general, de acuerdo con el cual se realiza la cuantificación de las personas afectadas por el ruido del tráfico y de la estimación de la disposición a pagar por su reducción, y otro, de carácter más específico que correlaciona el número de personas afectadas por niveles de ruidos del transporte superiores a los 65 dB(A) y la presencia de infartos cardiacos, estableciendo de esa forma el valor de la exposición al riesgo. Con esta información se determinan los valores globales de coste, los que se procede a distribuir entre los modos de transporte de acuerdo con el grado de participación de cada uno.

Ahora bien, dadas las características físicas del fenómeno y la interdependencia entre las fuentes de emisión, la energía emitida, la dispersión espacial y la percepción del oído humano (OECD, 1995), es necesario hacer uso de sofisticados modelos de emisión dispersión para la asignación de valoraciones en ambientes específicos (costes marginales). La tabla 4.20 muestra los valores del ruido estimado en promedio para zonas urbanas y de acuerdo con el período del día y la intensidad del tráfico.

Tabla 4.20: Los costes externos del ruido del transporte en las zonas urbanas en 1996. (€/1000 vehículos - km)

<i>Tráfico</i>	<i>coche</i>		<i>autobús</i>		<i>tren</i>	
	<i>Día</i>	<i>noche</i>	<i>día</i>	<i>noche</i>	<i>día</i>	<i>noche</i>
Intenso	7,18	13,08	35,90	65,40	0,00	326,84
Suave	17,41	31,71	87,05	158,55	0,00	536,35

Fuente: Schreyer (2004) y ajuste propio por inflación.

De acuerdo con la cuenta socioeconómica de Madrid y utilizando un procedimiento similar al de cálculo de los costes de la contaminación ambiental, se han estimado

costes del ruido significativamente más bajos que los que se muestran en la tabla anterior para el coche y el autobús y que de acuerdo con Guerrero (2003), se debe a la adopción de una posición conservadora frente a la mortalidad como consecuencia del ruido. Igualmente las diferencias se deben al ámbito espacial al que se está haciendo referencia ya que se están considerando densidades residenciales diferentes. La tabla 4.21 muestra los resultados determinados para la Comunidad de Madrid.

Tabla 4.21: Los costes externos del ruido en la Comunidad de Madrid en 1996

	<i>coche</i>	<i>autobús</i>	<i>tren pasajeros</i>
A nivel de vehículos (€/1000 vehículos-km)	3,31	16,59	3,67
A nivel de viajeros (€/1000 viajeros)	48,20	3,07	0,84
Indicador (€/1000 viajero-km)	2,58	0,96	0,18

Fuente: Guerrero (2003) y conversión propia

Los costes del efecto barrera:

Una infraestructura de tráfico como las calles, las autopistas o las vías del tren, causa un efecto barrera sobre la población del área de influencia, impidiendo o dificultando la comunicación y por ende ejerciendo impactos negativos sobre las actividades sociales, económicas y culturales.

Los procedimientos de valoración unitaria utilizados por INFRAS&IWW se basan en el estudio EUROMOS (European Road Mobility Studies) que toma en cuenta información de varias ciudades europeas, entre las que se destaca Barcelona. La metodología contempla la caracterización de la población, un inventario de la vialidad y la cuantificación monetaria del tiempo de viaje adicional que dedica la población al transporte, como consecuencia de las infraestructuras (básicamente peatones y ciclistas).

Desde la óptica de los costes marginales, se supone que existe una relación estrecha entre la intensidad del tráfico y el tiempo de espera para poder cruzar. En la tabla 4.22 se muestran los valores estimados para los diferentes modos y que en particular parecen altos frente a otros externalidades con impactos sobre la salud como la contaminación ambiental o el ruido, por ejemplo. La explicación de los altos valores está en que en este caso se hace referencia al ámbito plenamente urbano que es en donde se presenta el fenómeno y por ende, cuando se habla de valores medios, se esta teniendo en cuenta las zonas rurales en donde este impacto es muy bajo por la densidad poblacional.

Tabla 4.22: Costes externos del efecto barrera en ámbito urbano en 1996.

	<i>coche</i>	<i>autobús</i>	<i>tren pasajeros</i>
Coste (€/1000 vehículos- km)	15,1	37,6	0

Este tema es considerado en la cuenta en términos de utilización de espacio y con apreciaciones de carácter cualitativo.

Ahora bien, para los modos no motorizados como la bicicleta y la caminata, las externalidades negativas no existen y al contrario, puede decirse que estas son positivas ya que estas formas de desplazamiento inducen mejoramientos significativos en el mantenimiento de una buena salud física y mental, siendo entonces los referentes con los que se realiza la comparación (Saelensminde, 2004).

Finalmente, se ha descrito el procedimiento o la metodología de cuantificación de las potenciales transferencias desde los modos menos sostenibles y se ha presentado un procedimiento para determinar los costes económicos, sociales y ambientales que pueden y deben justificar las medidas que se orienten a que esa transferencia se puede llevar a la práctica.

Ahora bien, los indicadores de valoración descritos son de carácter monetario y pueden acompañarse de otros que señalen con más detalle el impacto sobre el ambiente urbano. Puede entonces hacerse referencia a indicadores absolutos o relativos como los siguientes:

- Espacio de aparcamiento a liberar.
- Espacio de circulación a liberar.
- Energía dejada de consumir y por ende, magnitudes de contaminantes y de gases de efecto invernadero dejados de emitir.
- Incremento del uso del transporte urbano y por ende de los ingresos tarifarios. Si una gran parte de sus costes son fijos, los costes marginales por los nuevos viajeros serán prácticamente nulos.

De esta forma, definidas las hipótesis de trabajo, establecido el procedimiento de cuantificación de las transferencias modales y especificada la forma de valoración económica de beneficios de ese cambio, en los capítulos siguientes se describe la zona objeto de estudio y se procede a la aplicación de la técnica.

4.6 SÍNTESIS

De acuerdo con las definiciones y los procedimientos establecidos a lo largo de este capítulo, a continuación, se hace mención a algunos de los aspectos considerados más relevantes:

1. Es claro que los ciudadanos cuentan con un “*presupuesto*” diario de tiempo para viajar que es independiente de las connotaciones sociales, económicas o culturales y que se ha observado como estable. De esta forma, los ahorros de tiempo que se obtienen con los proyectos de infraestructura, son absorbidos por el sistema y convertidos en más desplazamientos o más largos.
2. Las estrategias para conseguir un transporte sostenible se orientan en consecuencia, a la reducción de la necesidad de viajar y a la promoción del uso de modos alternativos, más que a la reducción de los tiempos de viaje. La cuantificación del potencial de transferencia y el diseño y aplicación de medidas para lograrlo, se enmarcan en ese ámbito de sostenibilidad.
3. La estimación de las transferencias se realiza bajo la hipótesis de que el tiempo y los costes de viaje son las variables más importantes en la elección modal y que la población dispone de un presupuesto de tiempo para dedicar al transporte, que es constante y estable y que por lo tanto, mientras sus desplazamientos diarios no superen ese presupuesto, se continuarán realizando las actividades cotidianas, sin importar el modo de desplazamiento utilizado.
4. El proceso de identificación y cuantificación se basa en tres elementos principales: Las encuestas de demanda que periódicamente se realizan a nivel urbano y en las que se estiman las características de los viajes y de los viajeros, el modelo de transporte que representa o simula el comportamiento de los usuarios dadas ciertas condiciones (distancias, tiempos, opciones) y un modelo de costes que describe cómo es el impacto del uso de cada uno de los modos
5. La metodología consiste en un proceso sucesivo orientado a comparar el uso de los modos alternativos disponibles desde el punto de vista de las variables más relevantes (autonomía, competitividad y presupuesto de tiempo), a cuantificar cuál sería la magnitud de viajes transferibles a los modos de menores costes e impactos y a establecer las diferencias socioeconómicas y ambientales en un

entorno de mejora de la oferta del transporte colectivo y de promoción de los modos no motorizados.

6. La identificación, cuantificación y valoración del potencial de transferencia, es un procedimiento que podrá ser aplicable a cualquier ciudad o área poblacional, siempre y cuando se disponga de adecuada y suficiente información. Pero, la magnitud del potencial de transferencia de cada lugar, dependerá de las particularidades sociales, geográficas, económicas y culturales, del nivel de motorización y de renta, de las características de uso del suelo (densidad de las actividades, ubicación residencial) y de la disponibilidad modal (infraestructuras, accesibilidad y cobertura).
7. De acuerdo con algunas experiencias y estudios a nivel local y europeo, las medidas orientadas a disuadir a los usuarios del coche especialmente a través de esquemas tarifarios, pueden ser mucho más eficaces social y financieramente que el mejoramiento simple de la oferta del transporte público. La combinación de medidas de disuasión del uso del coche con medidas de mejora de los modos alternativos a éste, son las mejores soluciones ya que en general crean sinergias, como se observó en los casos de Gran Canaria, Londres e inclusive Madrid.
8. La clasificación y cuantificación de los costes se orienta hacia los costes internos o privados por una parte y hacia las externalidades por otra. En el primer caso, se hace referencia a los costes de operación o explotación, a los costes de las infraestructura y al tiempo de viaje, y en el segundo caso se trata de contabilizar de acuerdo con las metodologías vigentes, los costes de la accidentalidad no cubiertos por el aseguramiento convencional (que hace parte de los costes privados), la contaminación ambiental, el cambio climático, el ruido y el efecto barrera, primordialmente.
9. Estos últimos costes y gracias a una cada vez mayor conciencia ambiental, han incrementado fuertemente su valor, que ya representa en las áreas densas alrededor del 10% de los costes, pero que desafortunadamente aún no son tomados en cuenta por los usuarios del coche. Su internalización contribuirá con seguridad, a un mejor ambiente y a un adecuado reparto modal.

5. LA ZONA DE ESTUDIO: LA ALMENDRA DE MADRID

5.1 GENERALIDADES.

Como caso de estudio para aplicar la metodología de transferencias, se ha elegido a la zona de mayor densidad de Madrid, conocida como la “*almendra central*”, que es la más interior de las coronas concéntricas de la Comunidad Autónoma de Madrid (figura 5.1), que a su vez es una de las más pequeñas y la de mayor población de las 17 Comunidades en que política y administrativamente se ha dividido a España.

Desde el punto de vista temporal se ha elegido 1996 como período de referencia en consideración principalmente a que para ese año se tiene la información de la última encuesta domiciliaria de movilidad en Madrid (en la actualidad se está realizando una nueva encuesta pero sus resultados aún no están consolidados) y a que para ese momento se han hecho importantes trabajos como la cuenta económica y socio ambiental del transporte de viajeros en la Comunidad de Madrid (Guerrero y Monzón, 2003). Esto no impide el que en algunos casos se presente estadísticas y resultados de otros periodos y se realicen análisis sobre la evolución temporal de determinadas variables.

Como se ve en la tabla 5.1, las diferentes coronas tienen una superficie y una densidad poblacional muy diferentes: una alta densidad de las áreas más céntricas (especialmente de la almendra) frente a los relativamente bajos valores de las coronas externas. Hay que señalar igualmente la importancia de las zonas intermedias, como la periferia y la metropolitana, por su peso poblacional.

De acuerdo con la distribución de los hogares y los empleos, se ha dado una estructura monocéntrica alrededor de la ciudad capital (Matas, 2002) y en particular de la almendra, que ocupa menos del 1% del territorio y alberga a cerca del 20% de sus habitantes, pero que en las últimas décadas ha tenido un claro decrecimiento, como se muestra en la figura 5.2, pues la mayoría de los nuevos hogares se ubican en las coronas externas gracias a precios de vivienda más competitivos, mejores condiciones medioambientales y una amplia oferta de infraestructura de transporte.

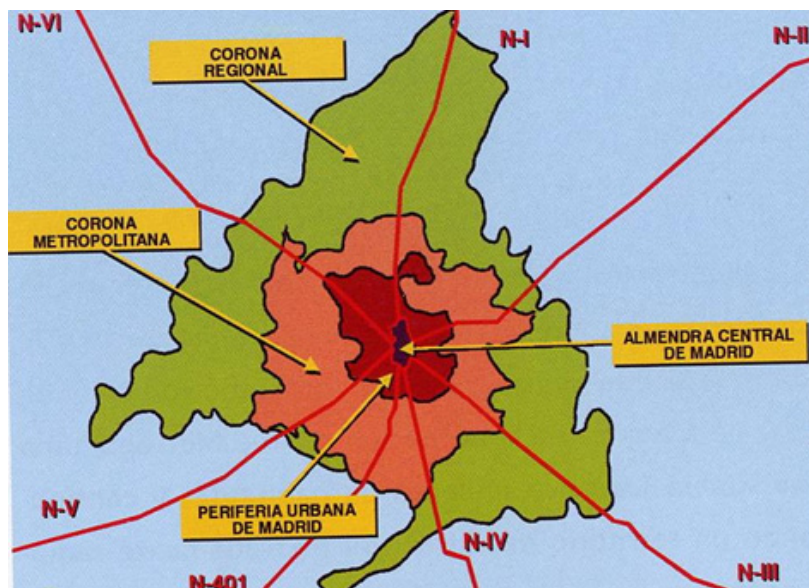


Figura 5.1. Las coronas de transporte de la Comunidad de Madrid
Fuente: Consorcio Regional de Transportes de Madrid.

Tabla 5.1: Población, superficie y densidad de las coronas de Madrid en 2001.

Corona	Población (Hab.)	Superficie (Km ²)	Densidad (hab./km ²)	Crecimiento anual de la Población 1986 -2001(%)
Almendra	931.787	41,8	22.271,3	-0,66%
Periferia	2.006.936	564,4	3.555,9	-0,07%
Metropolitana	2.182.688	2.280,7	957,0	2,29%
Regional	301.973	5.141,4	58,7	2,16%
C. A. Madrid	5.423.384	8.028,5	675,5	0,78%

Fuente: CRTM (2003)

Según la figura 5.2, la población de la región continúa creciendo, pero no lo hace uniformemente, sino que la ciudad de Madrid (almendra más periferia) crece mucho menos que las zonas externas (hasta el año 2000 soportó un proceso de decrecimiento, que ha sido revertido), de forma tal que la corona metropolitana por ejemplo, ha pasado de tener un peso de sólo el 5% en los años sesenta a representar más del 35% en la actualidad y con expectativas de continuar esa tendencia. Esa redistribución poblacional que favorece la dispersión no es conveniente desde el punto de vista de la

sostenibilidad y del uso de recursos, como se expresaba en los capítulos dos y tres. La figura 5.3 permite observar el impacto sobre la movilidad en razón de esos cambios.

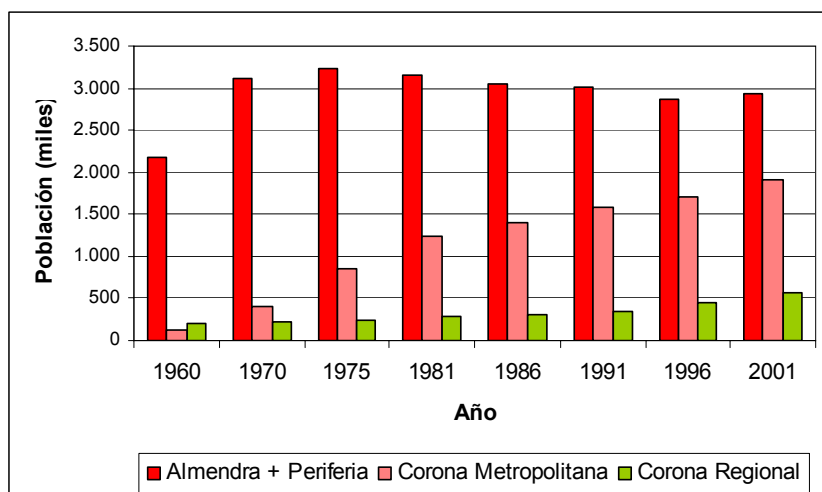


Figura 5.2: Evolución de la población en las diferentes zonas de Madrid (miles)
Fuente: Elaboración a partir del Instituto de Estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005)

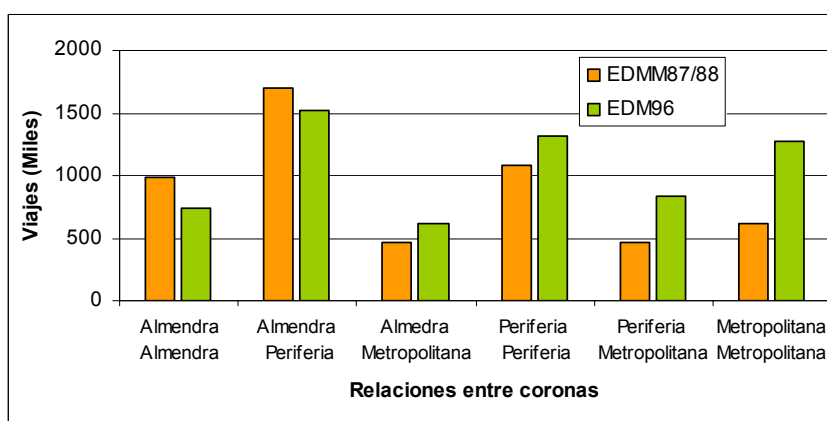


Figura 5.3: La dispersión y la movilidad mecanizada en la Comunidad de Madrid

Con la ubicación de los nuevos hogares en las zonas externas se han reducido los viajes de corta distancia (al interior de la almendra y entre ésta y la periferia) y a cambio se ha dado un importante aumento de los viajes entre coronas, especialmente en relación con la zona metropolitana. Cada vez se demanda más el uso de modos motorizados y especialmente de aquellos de carácter individual, que como se decía en los capítulos

precedentes, tienen un coste significativamente mayor para la sociedad. Debe entonces intentarse retener a la población en las zonas densas, y ofrecerles alternativas de movilidad que sean convenientes social, económica y ambientalmente.

Con propósitos de análisis, a continuación se hace una descripción y comparación de los aspectos poblacionales y socioeconómicos (sistema de actividades) y por supuesto, desde la óptica de sus características de movilidad y accesibilidad (sistema de transporte).

5.2 EL SISTEMA DE ACTIVIDADES

5.2.1 Población

Política y administrativamente la almendra esta constituida por siete distritos, cuya población y densidad se presentan en la tabla 5.2 y se pueden observar en el anejo 10.5. A pesar de su densificación, consolidación y proximidad se observan grandes diferencias entre distritos especialmente en los aspectos económicos: la renta per cápita y el nivel de motorización (turismos), son significativamente más bajos en distritos como el Centro o Arganzuela, frente a otros como Chamartín o Salamanca, considerados los de más alto nivel económico. En otros aspectos, como la densidad y el tamaño del hogar, también se notan diferencias importantes.

Tabla 5.2: Características de los distritos en la almendra de Madrid en 1996.

Distrito	Área (km ²)	Población (hab.)	Densidad (hab./km ²)	Tamaño del hogar	Tasa Mot. veh/1000	Renta ** per cápita
Centro	5,24	122.615	23.412	2,26	325	10.494
Arganzuela	6,55	114.700	17.506	2,38	325	11.622
Retiro	5,38	120.445	22.395	2,72	449	15.040
Salamanca	5,41	142.001	26.251	2,61	504	15.384
Chamartín	9,20	135.301	14.713	2,75	546	17.100
Tetuán	5,37	135.367	25.193	2,50	530	11.387
Chamberí	4,69	144.889	30.879	2,49	456	14.842
Almendra	41,84	915.318	21.878	2,52	453	13.789

** La renta disponible ha sido calculada en Euros para 1998.

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras del Ayuntamiento de Madrid (1999, 2005a)

En cuanto a la comparación entre la almendra y las demás coronas, en la tabla 5.3 se muestra entre otras las grandes diferencias en aspectos como el balance de género, el

tamaño del hogar, la edad media de los habitantes o la proporción de reemplazo que compara el número de personas jóvenes con el número de personas mayores.

Tabla 5.3: Características de la población por coronas en Madrid en 1996.

Corona	Población	Porcentaje de mujeres	Tamaño del hogar	Edad promedio	Proporción Reemplazo**
Almendra	915.318	55,5%	2,5	43,15	1,20
Periferia	1.951.532	52,3%	3,0	40,52	1,25
Metropolitana	1.913.804	50,3%	3,4	35,03	1,41
Regional	241.635	50,0%	3,0	35,79	1,51
TOTAL	5.022.289	52,0%	3,1	38,56	1,34

** La proporción de reemplazo es la relación entre la población joven (<39 años) y la mayor.

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de la Comunidad de Madrid (2005)

A nivel de género, la relación entre mujeres y hombres en la almendra es del orden de 55,5 a 44,5, que se asocia claramente con la mayor edad de esa zona y por supuesto con la mayor esperanza de vida de las mujeres. En cuanto al tamaño de los hogares, que es una variable que decrece fuertemente en toda la Comunidad (en los últimos 10 años se han observado reducciones de entre el 10 y el 20% del tamaño de los hogares y un crecimiento del orden de un 50% en el número de hogares conformados por una sola persona), la almendra tiene la cota más baja pues sus hogares son en promedio un 10% más pequeños que los de la Comunidad y un 30% inferiores a los hogares de la zona metropolitana.

Así mismo, la edad promedio y la proporción de reemplazo reafirman las fuertes diferencias entre la población que habita en la almendra y la que reside en las coronas externas, lo cual se ve con mayor claridad en la figura 5.4. Es fácil verificar que la población más joven tiene un peso más importante en las coronas metropolitana o regional y, al contrario, los grupos de mayor edad se ubican en la almendra, en donde tienen un peso superior al 20%, frente a un escaso 7% de la corona metropolitana.

En resumen, se observan claras diferencias en la población que habita cada una de las coronas, tanto desde el punto de vista de las magnitudes como de las características intrínsecas a los grupos. Se puede manifestar que en la corona más interna, la mayor parte de la población es femenina, los hogares son cada vez más pequeños y hay significativamente más ancianos y menos jóvenes, en un marcado contraste con la corona metropolitana. Obviamente estas características influyen sobre la movilidad.

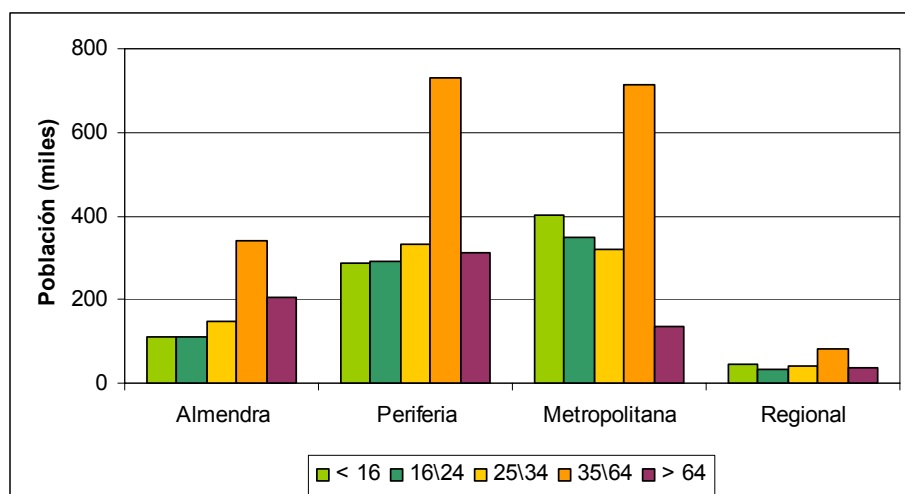


Figura 5.4: Distribución de la Población de Madrid de acuerdo con la edad.
Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de la Comunidad de Madrid (2005)

5.2.2 Características socioeconómicas

La Comunidad de Madrid y en especial la capital, dependen del sector servicios (Ayuntamiento de Madrid, 2005b), pero eso no impide el que pueda mantener un claro liderazgo en el sector industrial, apenas superado por la Comunidad Autónoma de Cataluña. La población madrileña tenía en 1996 una renta per cápita superior en un 7% a la de su Comunidad y en un 26% a la renta media de España, la tasa de paro era así mismo significativamente inferior (el anejo 10.5 muestra la renta de Madrid). En cuanto a la almendra, las cifras señalan que su renta media era superior en un 22,5% a la de la ciudad de Madrid y por tanto, superaba a la renta media de España en más de un 50%.

De acuerdo a la especialización de Madrid en el sector terciario y considerando su nivel de urbanización, es obvio que el sector agrario ocupe menos del 1% de su población activa frente a una media nacional del 8% y el que hacia el sector de servicios se movilice más del 65% de la población (ver tabla 5.4).

La distribución de las diferentes actividades económicas en la Comunidad de Madrid, se muestra en la tabla 5.5, en donde se destaca que el sector terciario con los servicios financieros, empresariales, educativos y de sanidad, predominan en la almendra y, al contrario, el sector industrial con la construcción y la actividad manufacturera, es característico de la corona metropolitana.

Tabla 5.4: Distribución de la población activa de acuerdo con el sector económico en la Comunidad Autónoma de Madrid y en España en 1996 (en miles).

<i>Sector económico</i>	<i>Comunidad de Madrid</i>	<i>Participación (%)</i>	<i>España</i>	<i>Participación (%)</i>
Agrario	20,0	0,9%	1.310,7	8,2%
Industria	354,6	16,5%	2.849,1	17,9%
Construcción	182,5	8,5%	1.516,5	9,5%
Servicios	1.389,7	64,6%	8.719,6	54,7%
No clasificables	205,3	9,5%	1.541,5	9,7%
Total empleos	2.152,0	100,0%	15.937,0	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2003) y la Comunidad de Madrid (2003)

Tabla 5.5: Distribución del empleo en la Comunidad de Madrid en 1996.

<i>Empleo</i>	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	<i>Regional</i>	<i>Total</i>
Ind. Manufacturera	42.868	110.746	148.945	14.945	317.504
Construcción	16.112	53.731	82.440	13.272	165.555
Venta y Rep Veh.	41.034	103.408	107.426	10.981	262.849
Hostelería	15.912	35.088	35.766	4.937	91.703
Comunicaciones	22.121	63.030	56.650	4.840	146.641
Financiera	22.653	38.292	25.335	2.563	88.843
Ser. Empresariales	36.383	55.847	48.592	4.335	145.157
Seguridad Social	40.629	68.265	58.247	6.932	174.073
Educación	29.160	38.531	34.599	4.042	106.332
Otros	60.165	97.970	84.247	13.421	255.803
Total	327.037	664.908	682.247	80.268	1.754.460

Fuente: Comunidad de Madrid (2003)

La tabla 5.6 y la figura 5.5 muestran para cada una de las coronas las magnitudes y proporciones de su población desde el punto de vista económico. En cuanto se refiere a las tasas de ocupación y de paro, se observa una relativa homogeneidad entre coronas. Es destacable que en la corona regional los valores sean más bajos, lo que se explica por una mayor tasa de actividad en el hogar como consecuencia de una menor urbanización, una entrada más lenta de la mujer al mercado laboral, un mayor tamaño medio de los hogares y una menor disponibilidad de oportunidades laborales que inducen a la población a salir en menor cantidad a buscar empleo.

Tabla 5.6: Distribución de la población según las actividades desarrolladas en la Comunidad de Madrid - 1996.

ACTIVIDAD	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	TOTAL
Ocupados	327.037	664.908	682.247	80.268	1.754.460
En Paro	80.484	196.098	191.212	20.395	488.189
Estudiantes	78.863	162.713	173.586	15.444	430.606
Hogar	126.808	319.715	302.111	42.897	791.531
Jubilados	133.372	220.085	99.410	25.124	477.991
Resto	168.754	388.013	465.238	57.507	1.079.512
Total	915.318	1.951.532	1.913.804	241.635	5.022.289

Fuente: Comunidad de Madrid (2003)

Por otra parte, como se puede ver en la figura 5.5, la proporción de jubilados es tres veces mayor en la almendra que en la corona metropolitana, lo cual se explica como en los anteriores casos por la ubicación de los hogares jóvenes en las coronas externas y por la permanencia de los mayores en las coronas más internas.

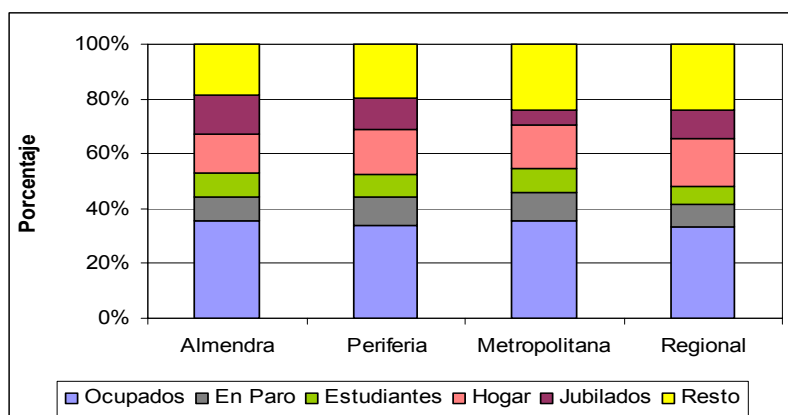


Figura 5.5: Proporción de población en las actividades socioeconómicas de acuerdo con la corona de ubicación en Madrid.

Fuente: Elaboración a partir de cifras de la Comunidad de Madrid (2003)

En cuanto a los niveles de renta y motorización, la tabla 5.7 muestra la evolución de estas variables durante los últimos años. Puede decirse que la tasa de motorización en Madrid ha llegado a su nivel de saturación y se ha estabilizado en alrededor de 540 vehículos por cada 1000 habitantes a pesar de que el nivel de renta continúa su ritmo ascendente. En el ámbito nacional la tasa de motorización aún se encuentra en fase de crecimiento, pero las diferencias ya no son tan grandes como seis años atrás.

Tabla 5.7: Evolución de la tasa de motorización y de los ingresos disponibles en Madrid y España.

Ítem/año	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002
Tasa Motorización Madrid	520	511	538	555	552	547	538
Tasa Motorización España	374	387	405	424	436	448	457
Renta per cápita Madrid (€)	9.999	10.657	11.253	11.834	12.340	12.697	13.291
Renta per cápita España (€)	8.072	8.451	8.872	9.335	9.918	10.369	11.016

Fuente: INE (2005) y la Comunidad de Madrid (2003)

Ahora bien, si se compara la tasa de motorización de Madrid con la de la almendra, se observa que en promedio hay un 20% más de coches en la región de Madrid que en su zona más densa, a pesar de que esta última tiene niveles de renta más altos. Esto ratifica que la dispersión de la población hace poco competitivo al transporte público e induce mayores demandas de transporte particular y que, por lo tanto, la motorización es sensiblemente superior en las ciudades menos densas como lo expresaba Martínez (2004) en el análisis de la información de Movilia (Ministerio de Fomento, 2000).

En cuanto a la forma en que los hogares gastan sus ingresos, en la tabla 5.8 se presenta la evolución para la Comunidad de Madrid. Puede señalarse cómo el peso de la vivienda es cada vez más significativo, pero así mismo se destaca la reducción de los costes de transporte que han pasado de representar más del 11% de la cesta de consumos a menos del 9% en ese periodo.

Tabla 5.8: Evolución y distribución del consumo en la Comunidad de Madrid

Gasto medio de los hogares	1998	1999	2000	2001	2002
Alimentos y bebidas	13,2	13,1	14,5	14,9	15,4
Alcohol, Tabaco y otros	2,5	2,1	2,1	1,9	2,0
Vestuario y calzado	6,2	6,8	6,8	6,4	6,2
Vivienda y servicios	35,6	38,1	35,0	36,3	37,5
Mobiliario del hogar	4,1	3,9	4,2	4,6	4,3
Salud	2,3	2,2	1,7	1,8	1,9
Transportes	11,4	10,7	11,1	10,2	8,9
Comunicaciones	1,9	2,1	1,8	2,0	2,3
Ocio y espectáculos	6,5	5,8	6,2	5,8	6,4
Educación	1,8	1,7	1,5	1,5	1,7
Hotelería y restaurantes	9,1	8,8	9,7	9,0	7,9
Otros	5,4	5,0	5,2	5,5	5,6

Fuente: Comunidad de Madrid (2003).

La reducción en la proporción de gasto en transporte en la Comunidad de Madrid es aún más relevante si se tiene en cuenta que, a nivel nacional, esa variable ha estado creciendo y se sitúa en cerca del 15% y sí se considera el crecimiento en la tasa de motorización que se ha experimentado en ese período. Existe mayor disponibilidad de automóvil y los costes del transporte son cada vez menores.

En resumen, se observa la fuerte orientación de Madrid y su área más densa hacia el sector servicios, el significativo crecimiento en los niveles de renta, la dispersión de la población y el fuerte aumento de las tasas de motorización en los sectores externos, que a su vez se ve favorecido por una reducción en la proporción de gastos que se dedica al transporte, lo cual continúa favoreciendo la dispersión de las actividades y el incremento en la demanda de transporte individual.

5.3 EL SISTEMA DE TRANSPORTE

Con el fin de describir su funcionamiento, a continuación se hace mención a tres aspectos: la administración, entendida como la forma en que se organiza el sistema, los modos e infraestructuras disponibles y la demanda o forma como la población responde a las necesidades de movilización y a la disponibilidad de infraestructuras.

5.3.1 Organización administrativa

De acuerdo con la Ley, las titularidades y competencias en materia de transporte recaen en las Administraciones que en la mayoría de las ocasiones se complementan, pero que también en algunas situaciones particulares, se solapan. El marco institucional de España tiene tres niveles claramente diferenciados: La Administración Central, Las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos, cuyas competencias se enuncian así:

La Administración Central del Estado tiene competencia directa sobre las redes ferroviarias que prestan servicios metropolitanos y sobre los transportes por carretera de carácter supracomunitario que inciden en las aglomeraciones urbanas; tiene competencia derivada en cuanto al funcionamiento del transporte urbano en tanto afecte intereses nacionales y tiene las responsabilidades propias que impone la Constitución para el logro de la igualdad y la libertad de los ciudadanos.

Las Comunidades Autónomas tienen competencia directa en la aprobación del régimen para la prestación del servicio, singularmente en la aprobación de tarifas, sobre las redes ferroviarias que presten servicios metropolitanos y en la provisión de infraestructuras viarias de su titularidad. Tienen así mismo competencia directa sobre los transportes terrestres intracomunitarios que inciden en las aglomeraciones urbanas, competencia derivada sobre el transporte urbano cuando requiera la acción subsidiaria y cuando afecte intereses de rango regional, y tienen responsabilidad genérica por las obligaciones y facultades que impone la Constitución a los poderes públicos.

En cuanto a los municipios, estos tienen competencia directa sobre la provisión de la infraestructura local y sobre la planeación, organización y realización de la prestación del servicio público de transporte en su jurisdicción, para lo cual puede acometerlo directamente o delegarlo a un ente diferente.

En el ámbito de la Comunidad de Madrid y con el objetivo de coordinar los distintos modos y empresas operadoras del servicio, se crea en 1986 el Consorcio Regional de Transportes (CRTM), como organismo autónomo, concentrando las competencias de la Comunidad en materia de transporte colectivo regular de viajeros, ejerciendo las funciones de autoridad única de transporte para la realización entre otras de la planificación de infraestructuras y servicios, para la autorización y control de las concesiones, para el diseño y aplicación de tarifas, para la gestión de ingresos y para la información a los usuarios, principalmente. Desde la creación de dicho Consorcio se ha observado un cambio de tendencia en la demanda de transporte público, que ha parado de caer y ha aumentado en más de un 60% en los últimos 15 años (CRTM, 2003).

Las relaciones entre las Administraciones Públicas y las empresas encargadas de la prestación de los servicios públicos de transporte se realizan mediante los denominados contratos programa y contratos de servicios públicos. El Consorcio de Transportes de Madrid se relaciona de esta forma con operadores como el Metro de Madrid, la Empresa Municipal de Transportes de Madrid – EMT y las concesionarias privadas de autobuses. Con respecto a RENFE, dado que el servicio de Cercanías admite el abono de transportes, se compensa a esa entidad por el número de viajeros que utiliza la red con ese título y, además, mediante un contrato programa de características similares al realizado con Metro y EMT, se subvenciona una parte del precio del billete en consideración a su acción de descongestión urbana.

Desde el punto de vista de la financiación de la explotación, la existencia del Consorcio crea un ambiente propicio, adquiriendo compromisos y estableciendo acuerdos con las diversas administraciones. Según el Consorcio (CRTM, 2003), de los costes de explotación, que en el año 2001 ascendieron 1.001,2 millones de euros, un 53,8% se financió con las recaudaciones (tarifas y otros) y el resto se pagó vía subvenciones otorgadas por la Comunidad de Madrid (19,6%), la Administración del Estado (15,8%), el ayuntamiento de Madrid (10,3%) y otras corporaciones locales (0,5%).

5.3.2 La oferta de transportes en Madrid

Típicamente la oferta de transporte de carácter urbano o metropolitano incluye las infraestructuras, el material rodante y la oferta de servicios.

Desde el punto de vista de las infraestructuras, la red de carreteras tiene una estructura fundamentalmente radial, con siete corredores de ámbito nacional y dispone además de tres carreteras de circunvalación; la M-30 (que de acuerdo con las últimas disposiciones pasa a ser la calle 30 de la ciudad de Madrid), la M-40 y la M-50 (que no tiene cierre en la zona del Monte del Pardo), las cuales permiten la redistribución del tráfico en la zona metropolitana de Madrid. Así mismo, han entrado en operación cuatro nuevas radiales de peaje, que discurren paralelas a las radiales estatales desde la M-40 y que tienen el propósito de descongestionar los accesos a la ciudad de Madrid.

De acuerdo con la modelización de la Comunidad de Madrid, el viario, incluyendo las redes autonómicas, las vías de competencia del Estado y las vías de carácter local, suman un total de 7660 km. Las tablas 5.9 y 5.10 muestran las características y magnitudes de la red vial principal de la región y los principales indicadores de infraestructura carretera, respectivamente.

Tabla 5.9: La red de carreteras en la Comunidad de Madrid en 2003 (km)

Categoría	Competencia		Total
	Estado	Comunidad	
Autopistas de peaje	48	0	48
Autovías y autopistas libres	511	85	596
Vías de doble calzada	11	147	158
Resto de la red principal	112	2.350	2.462
Total	682	2.582	3.264

Fuente: Ministerio de Fomento (2004).

Tabla 5.10: Indicadores de infraestructura carretera en la Comunidad de Madrid y evolución.

Concepto/año	1.990	1.993	1.996	1.999	2.002
Población	5.027.154	5.084.966	5.022.289	5.205.408	5.718.942
Parque de Vehículos **	2.209.879	2.553.814	2.837.317	3.276.780	3.761.820
Kilómetros de Red	3.292	3.372	3.372	3.130	3.210
Red total/km² de superficie	0,41	0,42	0,42	0,39	0,40
Red total/1000 habitantes	0,65	0,66	0,67	0,60	0,56
Vehículos/km de red total	671	757	841	1.047	1.172
Vehículos/1000 habitantes	440	502	565	629	658

** El parque de vehículos se refiere a todos los automotores incluyendo camiones y autobuses.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Fomento (2004)

En cuanto al uso del espacio público, la ciudad de Madrid y algunos otros ayuntamientos se han empezado a interesar por la regulación del estacionamiento, definiendo espacios, horas y tarifas, con el propósito de disuadir el uso del coche. Así mismo, se han construido aparcamientos en las estaciones e intercambiadores de transporte público, principalmente de la red de cercanías (más de 15.000 plazas en 49 estaciones), de la red de Metro y se comienza su implantación en las paradas de las redes de autobuses interurbanos, inclusive de carácter gratuito, con el propósito de que esos nodos actúen como interfaz entre el transporte público y el transporte privado y reduzcan la presión del coche sobre las zonas densas, especialmente de Madrid.

En cuanto al material rodante la tabla 5.11 indica el peso que tiene el transporte particular (turismos) frente a todos los demás modos, pero así mismo se observa la manera cómo esta siendo utilizado ese parque (demanda). El número de viajeros-km y las tasas de ocupación dan señales sobre la pertinencia de los transportes públicos colectivos. El taxi no consigue siquiera equiparar a los turismos en cuanto a su ocupación, en razón de los desplazamientos que realizan en vacío.

Es de destacar que en la tabla anterior se han agregado unidades vehiculares que por sus características y dimensiones son incomparables, como es el caso de los autobuses, los coches de tren y los turismos. En general es más conveniente hacer mención a plazas ofertadas, especialmente en el transporte público, como se mostrará más adelante.

Tabla 5.11: La oferta y la demanda de los modos motorizados en la Comunidad de Madrid en 1996

	<i>Vehículos</i>	<i>Veh-km</i> (millones)	<i>Viajeros</i> (millones)	<i>Viajes-km</i> (millones)	<i>Ocupación</i> <i>media</i>
Turismos	2.328.852,0	12.920,0	890,0	16.538,0	1,3
Metro	1.076,0	92,4	408,0	2.174,6	23,5
Tren Cercanías	694,0	79,2	130,0	1.941,5	24,5
Autobús urbano	1.960,0	106,1	570,0	1.812,2	17,1
Autobús Interurbano	7.415,0	539,5	279,0	8.771,9	16,3
Taxi	16.097,0	887,8	137,0	648,5	0,7
Total	2.356.094,0	14.625,0	2.414,0	31.886,7	2,2

Fuente: Guerrero (2003)

En cuanto a la oferta del transporte público, en la tabla 5.12 se puede observar la disponibilidad de servicios para el transporte urbano y metropolitano. Estos resultados que no concuerdan con los presentados previamente, especialmente en el caso de los autobuses, en razón de que en este segundo caso, sólo corresponden al servicio que se encuentra bajo la tutela del Consorcio Regional de Transporte Metropolitano y no se toman en cuenta otros servicios discrecionales y empresas que prestan el servicio urbano en ciudades diferentes de la capital.

Tabla 5.12: Indicadores de oferta de los modos de transporte público en la Comunidad de Madrid en 1996.

<i>Modo</i>	<i>Red</i> (km)	<i>Líneas</i> (km)	<i>Líneas</i> (Nº)	<i>Paradas</i> (Nº)	<i>Vehículos</i> (Nº)	<i>Oferta</i> <i>veh-km*10⁶</i>	<i>Oferta</i> <i>Plazas-</i> <i>km*10⁶</i>
Metro	119,3	119,3	11	164	1.076	92,4	16.171,0
Autobús EMT	11.386,0	2.905,0	179	8.285	1.820	91,7	7.336,0
Autobús inter.	3.081,0	14.764,0	265	11.395	1.091	96,4	6.596,0
Cercanías	299,0	370,6	9	78	694	79,2	19.871,0

La unidad plazas-km, que es un buen indicador para agrupar las diferentes ofertas, permite observar cómo los modos guiados (tren de cercanías y metro), presentan una disponibilidad significativamente mayor a la de los autobuses (más del doble de las plazas ofrecidas), pero como se verá posteriormente, todo depende de la forma como los modos se adapten a las demandas de la población.

Desde el punto de vista del uso que se da a los modos de transporte, en la tabla 5.13 y en la figura 5.6 se muestra la cuantificación de las demandas de esos servicios y la evolución de la tendencia que están teniendo en la última década.

Tabla 5.13: La demanda del transporte público en la Comunidad de Madrid en 1996 (Millones)

	<i>Billetes</i>	<i>Viajes</i>	<i>Etapas</i>	<i>Viajes-km</i>
Metro	408,0	408,0	612,0	2.174,6
EMT	534,0	460,0	534,0	1.698,1
Cercanías RENFE	130,3	130,3	153,0	1.941,5
Interurbanos	207,8	196,8	207,8	2.428,7
Total	1.280,1	1.195,1	1.506,8	8.242,9

Fuente: Memoria 1996 (CRTM, 1997)

La figura 5.6 muestra cómo desde 1996, el Metro es el modo que más ha crecido (6,0% anual) y a cambio, el transporte en autobuses urbanos ha perdido una importante cuota de mercado (3% anual). Estos resultados se asocian como menciona Grañeda (2004), con unas fuertes inversiones en los sistemas guiados (tanto el Metro como Cercanías han aumentado su oferta en más de un 50% en los últimos ocho años) y un moderado crecimiento de los modos de superficie (los autobuses de la EMT apenas han aumentado su oferta en un 5% y los interurbanos en un 7% en ese mismo período). Esto es lógico, pues compiten, respectivamente, por la misma demanda.

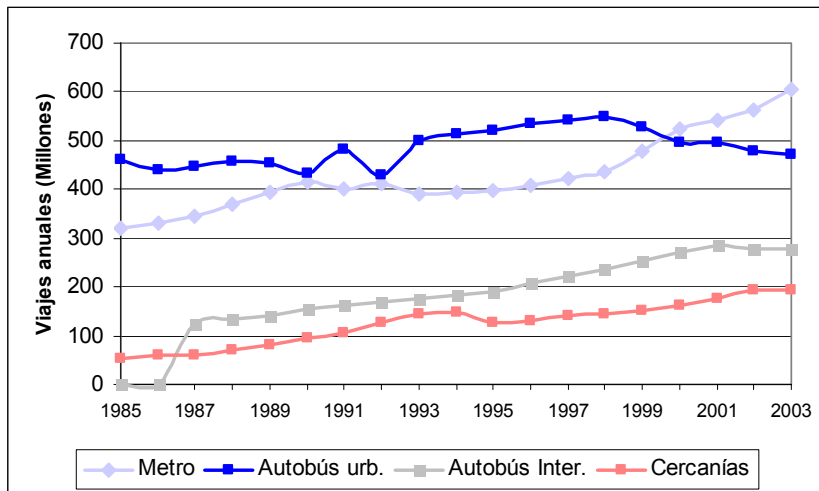


Figura 5.6: Evolución de la demanda de transporte público en Madrid.

Fuente: Elaboración a partir de datos del CRTM (2004).

En el caso del Metro se han realizado dos planes de ampliación: 1995-1999 y 1999-2003. El primero contempló el incremento de 56,3 km de red, de 38 nuevas estaciones y de 9 intercambiadores y cuyos objetivos principales eran la conexión de sitios densamente poblados (líneas 1, 4, 7, 9 y 11), la conexión con el aeropuerto de Barajas (línea 8) y la comunicación con corredores en crecimiento y sin conexión ferroviaria como el caso de Viciamadrid y Arganda (línea 9). El segundo plan de ampliación se orientó a la construcción de Metrosur, uniendo los cinco principales municipios del sur de Madrid, a conectar esta red con la de Madrid y a unir la línea ocho con la estación de Nuevos Ministerios (Aeropuerto de Barajas con el Centro de Negocios de Madrid); estas tres actuaciones supusieron un incremento de 54,6 km de red, 36 estaciones y 11 intercambiadores.

En la actualidad se realiza el plan de ampliaciones del Metro 2003-2007 que contempla nuevas extensiones de la red a zonas densas como Villaverde, Carabanchel, Manoteras, Pinar de Chamartín y a la integración de municipios colindantes con importantes núcleos de población y empleo (Pozuelo de Alarcón, Boadilla del Monte, Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Coslada, San Fernando de Henares). Ese plan considera 35,7 km de nueva red, 44 estaciones y 9 intercambiadores nuevos, así como la construcción de 19,5 km de metro ligero.

5.3.3 La demanda de transporte en Madrid y en la almendra.

En Madrid se han realizado encuestas domiciliarias de movilidad en 1974, 1981, 1988, 1996 y en 2004. Desafortunadamente en el momento de la realización de la tesis, no se habían publicado los resultados de la última encuesta, por lo que todo el trabajo se ha realizado a partir de la encuesta de 1996.

La encuesta domiciliaria de 1996 denominada genéricamente como EDM'96, se orientó a la identificación y análisis de todos los viajes realizados en la Comunidad de Madrid, por los mayores de cuatro años, durante un día laboral de un periodo considerado como normal, en transporte público o en transporte privado, más los desplazamientos *a pie* que superaran los cinco minutos de duración.

Desde el punto de vista de la demanda y a partir de las bases de información de la EDM'96, suministradas por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM; 1998), se han realizado algunas explotaciones orientadas hacia la cuantificación y

análisis detallado de la movilidad entre las cuatro coronas y, de forma particular, las relaciones de la almendra con las demás coronas.

La tabla 5.14 muestra la matriz de distribución general de los viajes en la Comunidad de Madrid. Se observa la participación que tienen las tres coronas más internas frente a la corona regional, que apenas representa el 4% de los viajes diarios del área total.

Tabla 5.14: Matriz de viajes diarios por coronas en Madrid en 1996.

<i>CORONA_O/D</i>	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	<i>Regional</i>	<i>Total</i>
Almendra	1.324.758	803.226	318.464	17.323	2.463.772
Periferia	804.131	2.404.258	411.450	20.419	3.640.258
Metropolitana	317.374	412.330	3.128.550	47.936	3.906.190
Regional	17.490	20.702	47.745	325.669	411.605
Total	2.463.752	3.640.515	3.906.209	411.348	10.421.825
Generación (viajes/hab.)	2,69	1,87	2,04	1,70	2,08

Fuente: Elaboración a partir de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Considerando la población de las diferentes coronas se pueden establecer tasas de generación de viajes, las cuales expresan la relación entre la movilidad y las actividades socioeconómicas que se realizan en cada una de las diferentes zonas. Se observa una fuerte atracción de la almendra en detrimento de la corona regional y una mayor actividad en la corona metropolitana en comparación con la periferia, cuya tasa de generación de viajes llama la atención por parecerse mucho más a la de la corona regional que a la de las coronas colindantes, con las que tiene muchos más nexos.

En cuanto a la distribución de los intercambios, existe un muy fuerte movimiento al interior de cada corona y una baja relación con las demás a excepción de las denominadas almendra y periferia que conforman la ciudad de Madrid y entre las cuales no hay límites tan definidos como si puede suceder con las demás (entre la periferia y la corona metropolitana conviven espacios conurbados, pero también áreas de bajo desarrollo urbanístico). A medida que se aleja del centro de Madrid hay una tendencia mayor a realizar viajes locales en detrimento de viajes entre coronas, que se asocia principalmente con las distancias y tiempos, que actúan como factores de disuasión o resistencia (el porcentaje de viajes locales o internos es de alrededor del 80% en las coronas metropolitana y regional, frente a un 56% en la almendra y un 66% en la periferia) y a una mayor concentración de las actividades. Esto se puede observar en la figura 5.7.

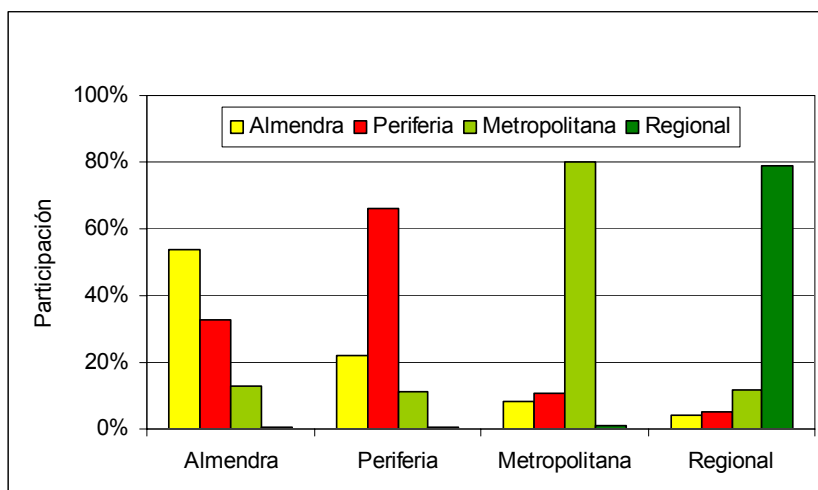


Figura 5.7: Distribución relativa de los viajes producidos en cada corona en la Comunidad de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM: 1998)

En cuanto tiene que ver con la participación modal, en la tabla 5.15 se presentan las magnitudes de los desplazamientos de acuerdo con el modo de transporte y en la figura 5.8 se muestra la participación en cada corona. Los viajes *a pie* representan más de la tercera parte de los desplazamientos en la Comunidad y al igual que los viajes en coche, crecen a medida que la corona está localizada más lejos del centro de Madrid en detrimento de los viajes en transporte público, que son más significativos en las coronas internas gracias, entre otros factores, a la densidad residencial.

Los resultados expresados en la tabla 5.15 y en la figura 5.8 deben ser una referencia importante para los entes encargados de la planificación urbana: se demuestra el peso de los viajes *a pie* (por número de viajes es el modo más importante) y por lo tanto, la necesidad de una infraestructura especialmente dirigida para estimular estos movimientos, que no causan externalidades negativas y producen efectos positivos sobre la salud física y mental de los viajeros.

Tabla 5.15: Viajes diarios en la Comunidad de Madrid de acuerdo con el modo de transporte y la corona de origen en 1996.

Modo	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	Total
A pie	626.438	1.185.950	1.886.695	193.211	3.892.293
Coche	549.392	982.881	1.225.060	158.039	2.915.371
Bus EMT	500.896	616.873	8.173	217	1.126.160
Metro	485.595	468.276	11.902	156	965.928
Bus Inter.	99.751	133.807	414.635	28.227	676.420
Cercanías	126.080	162.756	236.836	9.928	535.600
Taxi*	32.972	18.492	2.090	256	53.810
Resto**	42.648	71.224	120.799	21.572	256.242
Total	2.463.772	3.640.258	3.906.190	411.605	10.421.825

* Los viajes en taxi han sido subestimados

** Resto incluye los viajes en motocicleta, bicicleta y autobuses discrecionales

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

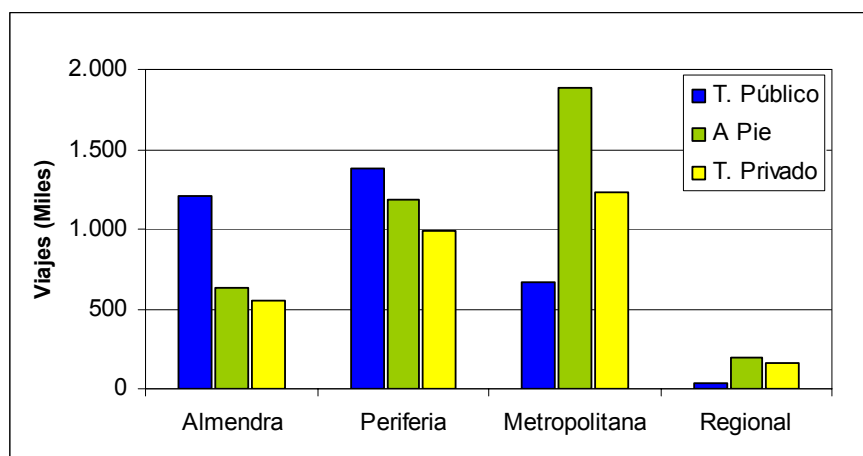


Figura 5.8: Las distintas alternativas de movilización usadas en Madrid - 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Las coronas metropolitana y regional, a pesar de su relativamente baja densidad, son las áreas más demandadas para los viajes *a pie*, posiblemente porque las distancias a recorrer son más cortas y por la menor incidencia o interferencia de las infraestructuras utilizadas por los modos motorizados (efecto barrera por ejemplo).

La participación del coche es directamente proporcional a la dispersión de la población (figura 5.9). En la corona regional, el coche representa más de dos terceras partes de

los viajes motorizados, lo cual es totalmente contrario a lo que ocurre en la zona densa de la Comunidad (almendra).

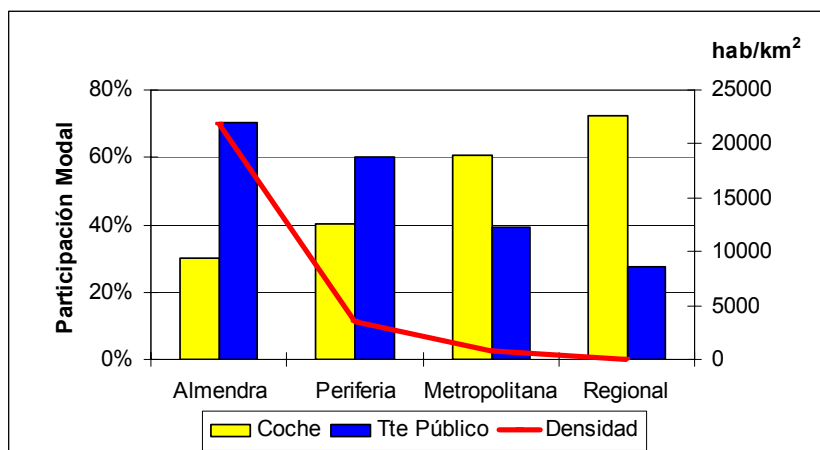


Figura 5.9: La participación de los modos motorizados en la Comunidad de Madrid de acuerdo con la corona y la densidad residencial.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 y CRTM (2003).

En cuanto al transporte público, representa cerca de un tercio del total de la movilidad y, entre los modos motorizados, representa un poco más del 52%, cifra suficiente para explicar su importancia actual y la necesidad de que sea reforzado hacia el futuro.

Desde el punto de vista de la cobertura y de acuerdo con Martín, Cristóbal et al. (2004), más del 90% de la población reside a menos de cinco minutos de una parada de autobús, más del 50% reside a menos de 10 minutos de una parada de Metro y el 16,4% de la población tiene una estación del tren de Cercanías a menos de 10 minutos. Esto señala la importancia y ubicuidad del sistema de transporte por autobuses y da señales de las características del transporte público, como alternativas al uso indiscriminado del coche particular.

Con respecto a los motivos de viaje, la EDM'96 indagó por 10 alternativas: Casa, trabajo, gestiones de trabajo, estudio, compras, médico, asunto personal, ocio, acompañamiento de otra persona y otros. Para facilitar el análisis y la comparación, se hace referencia al motivo en destino y se han agrupado algunas categorías, de manera que sólo se hace referencia a trabajo, estudio, gestiones y otros.

Las tablas 5.16 y 5.17 muestran la magnitud y proporción de viajes de acuerdo con la corona de origen y el motivo. Puede observarse que el motivo más representativo es el

denominado Otros, con un 66% de participación, lo que se considera lógico pues incluye los viajes de regreso a casa, que representan cerca del 50% de total de los desplazamientos. En cuanto al motivo gestiones (viajes como parte del trabajo), se observa una participación significativamente baja (1,6%), pues otras referencias como la Cuenta económica del transporte en Barcelona (ATM, 2000), estiman que los viajes de gestiones representan más del 7% del total. Posiblemente esta diferencia se asocie con la metodología aplicada a la definición de este tipo de viajes.

Tabla 5.16: Distribución de viajes según el motivo y de acuerdo con la corona de origen en la Comunidad de Madrid en 1996.

MOTIVO	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	Total
Trabajo	348.564	726.464	766.933	82.200	1.924.161
Gestiones	54.526	57.826	43.505	6.647	162.504
Estudio	223.362	498.366	667.186	66.412	1.455.325
Otros	1.837.320	2.357.602	2.428.566	256.346	6.879.834
Total	2.463.772	3.640.258	3.906.190	411.605	10.421.825

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998).

Tabla 5.17: Distribución porcentual de los viajes de acuerdo con el motivo para cada corona en la Comunidad de Madrid en 1996.

MOTIVO	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	Total
Trabajo	14,1%	20,0%	19,6%	20,0%	18,5%
Gestiones	2,2%	1,6%	1,1%	1,6%	1,6%
Estudio	9,1%	13,7%	17,1%	16,1%	14,0%
Otros	74,6%	64,8%	62,2%	62,3%	66,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96

El motivo trabajo, con un 18,5% de todos los viajes es, después de los Otros viajes (que incluye los de regreso al hogar), el más representativo. La tabla 5.18 muestra la distribución de todos los viajes durante un día y en las diferentes coronas de Madrid. Es interesante observar de acuerdo con ese motivo, cuales son las coronas atractoras y productoras de viajes y llegar a conclusiones como las siguientes:

- La almendra es un importador neto de mano de obra ya que frente a los 348.564 viajes que produce con motivo trabajo, atrae 734.747 viajes.

- La periferia y la corona metropolitana son exportadoras de viajes de trabajo y sus relaciones más intensas se dan con la almendra central.
- La periferia es la corona que menos retiene viajes de trabajo, mostrando un acentuado carácter de zona dormitorio.
- Se observa una escasa o baja interacción de la corona regional con las y, en particular, con la almendra.

Tabla 5.18: Distribución de viajes de trabajo en la Madrid en 1996.

CORONA_O/D	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	Total
Almendra	229.479	80.451	37.529	1.105	348.564
Periferia	319.592	302.282	100.956	3.634	726.464
Metropolitana	176.590	152.476	426.782	11.085	766.933
Regional	9.086	4.367	14.145	54.602	82.200
Total	734.747	539.577	579.411	70.426	1.924.161

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96

La tabla 5.19 muestra los viajes con motivo estudio en los que se observa más homogeneidad entre las coronas que en el caso del motivo trabajo y una mayor autosuficiencia (con lo cual, la mayoría de los desplazamientos son internos a la corona y muchos pueden ser realizados *a pie*). La periferia muestra cierto grado de especialización, siendo la que más viajes atrae viajes desde las demás y así mismo se destaca un significativo intercambio con la almendra central, posiblemente por su distancia y mayor relación.

Tabla 5.19: Distribución de viajes de estudio en Madrid en 1996.

CORONA_O/D	Almendra	Periferia	Metropolitana	Regional	Total
Almendra	140.874	66.058	16.397	33	223.362
Periferia	86.697	383.999	27.376	294	498.366
Metropolitana	31.921	67.939	565.253	2.073	667.186
Regional	2.147	4.923	8.383	50.958	66.412
Total	261.639	522.919	617.409	53.358	1.455.325

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96

Los viajes por motivo Otros representan el complemento entre los viajes totales y los ya enunciados en los tres motivos anteriores. Constituyen la mayoría (dada la inclusión de los viajes denominados casa o de regreso al hogar) pero no por ello los más importantes desde el punto de vista del análisis, dado que los intereses, motivaciones e incluso los márgenes temporales son diferentes e incluso más holgados que en los motivos ya descritos.

Ahora bien, si se hace mención al motivo principal de viaje (no se toman en cuenta los desplazamientos de regreso a casa, pues sólo es el complemento del motivo principal), la participación de cada una de las actividades más importantes se puede observar en la figura 5.10, que señala cómo el trabajo y el estudio, que generan los viajes obligados (hora, frecuencia y lugar) son los más relevantes y representan el 64% del total.

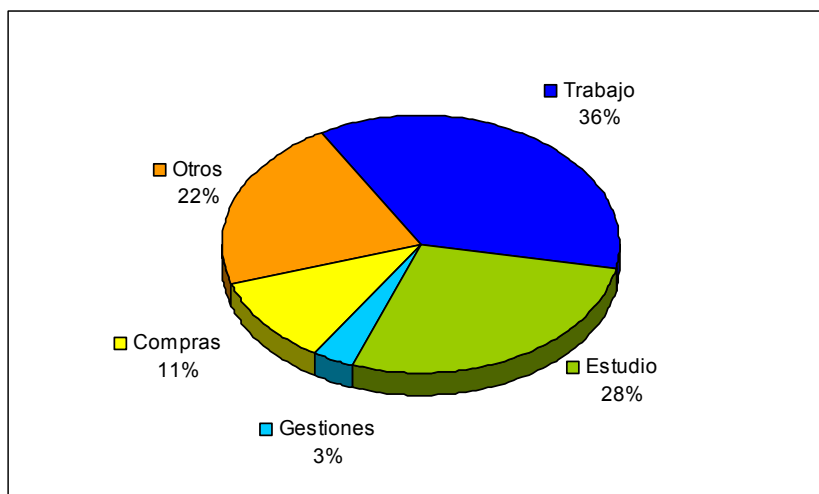


Figura 5.10: Los motivos principales de viaje en la Comunidad de Madrid en 1996 (exceptuando los de regreso a casa).

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto tiene que ver con el modo de viaje usado de acuerdo con el motivo, se observa una interesante especialización o afinidad (tabla 5.20). A partir de esa tabla se puede concluir:

- Los viajes con motivo trabajo y con motivo gestiones se realizan principalmente en coche, lo que se encuentra lógico y asociado con la propiedad, el poder adquisitivo y las distancias desde la residencia hasta el sitio de trabajo. Una alternativa en la que se destaca este motivo es también el tren de cercanías, posiblemente gracias a la confianza en el cumplimiento de los horarios programados.
- Más de la mitad de los viajes al estudio son realizados *a pie*; este motivo es el que menos demanda el coche y prácticamente nunca utiliza el taxi. Al contrario del motivo trabajo, los viajes de estudio se inscriben en un espacio

muy local, interno a las zonas y este grupo poblacional tiene menos acceso al coche privado en razón de edad, posesión de licencia de conducción o propiedad.

- En los viajes de gestiones, además del coche que ya se había mencionado, sobresale el Metro, posiblemente por su mayor accesibilidad en las zonas de mayor demanda (almendra por ejemplo) y otros modos como el taxi que tienen allí su nicho de demanda.

Tabla 5.20: Participación de los modos de transporte de acuerdo con el motivo del viajes en la Comunidad de Madrid en 1996.

<i>Medio \ Motivo</i>	<i>Otros</i>	<i>Trabajo</i>	<i>Gestiones</i>	<i>Estudio</i>	<i>Total</i>
A pie	41,1%	13,7%	8,5%	52,4%	37,3%
Coche	25,3%	49,2%	44,7%	11,8%	28,0%
Bus EMT	11,9%	8,2%	12,5%	8,8%	10,8%
Bus interurbano	6,2%	6,5%	5,4%	8,1%	6,5%
Metro	8,6%	11,5%	18,4%	9,2%	9,3%
Tren cercanías	4,3%	7,8%	4,8%	5,5%	5,1%
Taxi	0,7%	0,3%	2,4%	0,0%	0,5%
Discrecional	1,2%	1,5%	0,2%	3,6%	1,6%
Otros medios	0,8%	1,4%	3,1%	0,5%	0,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Es conveniente manifestar que con esta descripción de la movilidad de la Comunidad de Madrid, se ha querido resaltar que a pesar de la densidad y la significativa urbanización y orientación hacia el sector terciario existe una marcada diferenciación espacial, social y económica y una cierta especialización de los modos de transporte que exigen un manejo cuidadoso de la información y por ende de las conclusiones que se pueda extraer de ella: las tasas de generación de viajes, las personas que viajan, los motivos de esos viajes y los modos que utilizan resultan diferentes.

Por otra parte, en el anejo 10.4 se hace mención detallada al tiempo de viaje de los viajeros de la Comunidad de Madrid, de acuerdo con la encuesta EDM'96, que es un insumo fundamental para el establecimiento del tiempo dedicados al transporte.

5.4 SÍNTESIS

De acuerdo con lo expresado desde el punto de vista del sistema de actividades y del sistema de transporte en la zona densa de Madrid, puede señalarse que:

1. La estructura del sistema de actividades de la Comunidad de Madrid, de carácter monocéntrico, se desarrolla en torno a su capital y en particular a su zona más densa (almendra), que para la época de referencia del estudio, albergaba en un espacio inferior al 1% de la superficie a más del 20% de la población y del empleo de toda la región.
2. La población de la Comunidad de Madrid, que continúa creciendo en forma sostenida, se reorienta hacia las coronas externas, en búsqueda de viviendas más cómodas, con menos molestias y mejores precios y, por otra parte, el empleo, que depende en más del 65% del sector terciario, se concentra en la almendra, con lo cual, cada vez se realizan viajes de más larga distancia y se utiliza más el coche.
3. La almendra, a pesar de su más alto nivel de renta, posee tasas de motorización más bajas que las coronas externas, lo cual se asocia con la disponibilidad de transporte público y la densidad de las actividades, ratificando la conveniencia de la ciudad compacta y de la densificación poblacional.
4. La distribución modal señala que el 37% de los desplazamientos se realizan a pie, el 28% en coche y cerca del 35% en los modos de transporte público y que esa distribución no es homogénea en las diferentes coronas. A medida que se aleja de las coronas centrales y que se reduce la densidad poblacional, la participación del transporte público pasa de ser más de dos veces la del coche, a ser menos de la mitad.
5. La Comunidad de Madrid ha hecho una apuesta importante por el transporte público y en especial por el transporte guiado (Metro y Cercanías), incrementando la magnitud de la oferta en más de un 50% en los últimos 10 años. En ese mismo periodo la demanda de transporte público ha aumentado un 20% y el reparto modal entre los modos de transporte público ha variado: mientras el número de viajes per cápita en Metro creció en un 40%, la demanda del autobús se redujo en cerca de un 20%.
6. Desde el punto de vista del tiempo de viaje y a nivel de los modos motorizados, el transporte público se ha observado como más competitivo en las coronas internas que en las externas; y, al contrario, el coche posee una gran fortaleza en las coronas más externas (en la corona regional prácticamente es el único modo

motorizado). En cuanto a los desplazamientos a pie, se ha observado su alta competitividad en el nivel estrictamente local (distancias cortas), independientemente de la corona de transporte. La potencialidad de transferencia es superior en las zonas más densas y en las coronas más internas.

De esta forma, se procede a realizar un análisis particular en relación con la almendra, que evalúe las características y particularidades modales y permita cuantificar la magnitud de las transferencias potenciales desde el coche hacia los modos más sostenibles y a estimar los beneficios que la sociedad podría obtener por esa transferencia. Este análisis se presenta en el capítulo siguiente y en él se considera tanto el caso de mantenimiento del tiempo de viaje actual, como el de pequeños aumentos en los tiempos de viaje en coche.

6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA DE CÁLCULO DE TRANSFERENCIAS AL CASO DE ESTUDIO

6.1 GENERALIDADES

La aplicación metodológica y la valoración de los efectos se realizan sobre la corona más interna de la ciudad de Madrid, denominada “almendra”, pero así mismo y dados los niveles de interacción, es necesario hacer referencia a otros espacios como los distritos que conforman esa corona y las coronas externas, que son la periferia de Madrid, y las coronas metropolitana y regional, que se pueden ver con su zonificación en el anejo 10.2.

El análisis contempla inicialmente una breve descripción de la movilidad en los barrios y distritos de la zona densa, para pasar a un análisis detallado de las variables consideradas relevantes en la elección modal. Seguidamente se aplican los procesos de estimación de la potencialidad de transferencia, se calculan los costes modales y se miden los impactos que desde el punto de vista de la sociedad generaría el cambio en el uso modal.

Como se expresó en el capítulo anterior, la almendra está conformada por siete de los 21 distritos de Madrid que se pueden ver en anexo E, en donde a propósito se presenta una descripción detallada de las características de los barrios que conforman dichos distritos y cuyo resumen se muestra a continuación en la tabla 6.1.

Tabla 6.1: Características económicas y viajes de los residentes en la almendra en 1996

Distrito	Densidad hab./ha	Renta (€)/hab.	Coches por 1000	Viajes por día	Viajes por hab.	Reparto Modal		
						A pie	T público	Coche
Centro	234	10.494	325	235.392	1,92	42%	45%	13%
Arganzuela	175	11.622	325	222.834	1,94	28%	54%	18%
Retiro	224	15.040	449	241.554	2,01	28%	50%	22%
Salamanca	263	15.384	504	303.546	2,14	41%	41%	18%
Chamartín	147	17.100	546	233.133	1,72	27%	42%	31%
Tetuán	252	11.387	530	287.001	2,12	40%	42%	18%
Chamberí	309	14.842	456	272.243	1,88	38%	41%	21%
<i>Almendra</i>	<i>219</i>	<i>13.789</i>	<i>453</i>	<i>1.795.703</i>	<i>1,96</i>	<i>35%</i>	<i>45%</i>	<i>20%</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de las cifras del anejo 10.5.

En dicha tabla se muestran las características económicas y de viajes a nivel de los distritos de la almendra, pero como se puede percibir, no es evidente la extracción de conclusiones por su fuerte heterogeneidad. Globalmente los datos se compensan, pero interiormente a cada distrito hay, como se ha visto, comportamientos diversos.

En general, puede decirse que hay una relación estrecha entre la densidad, la renta y la motorización; desde el punto de vista del transporte, es claro que en los distritos más densos y con menor renta per cápita, se realizan proporcionalmente más viajes *a pie* que en otros modos, y que distritos menos densos y con mayores tasas de motorización, como Chamartín, realizan más viajes en coche.

6.1.1 Las características de la movilidad en la almendra

En cuanto tiene que ver con los viajes, los modos de transporte utilizados y las características de los viajeros, a partir de la encuesta origen destino domiciliaria realizada en la Comunidad de Madrid en 1996 (CRTM, 1998), el autor ha realizado una serie de síntesis de información que a continuación se presentan y que permiten caracterizar las relaciones entre el sistema de transporte y el sistema de actividades en la zona objeto de estudio.

6.1.1.1 Los modos y el área de influencia

A continuación se realiza una somera caracterización de la movilidad dentro de la almendra y sus relaciones con las coronas cercanas.

La relación global entre los modos de transporte se presenta en la tabla 6.2, en la que se observa que cada uno se especializa en un determinado sector espacial. Para los viajes al interior de la almendra la forma de desplazamiento que mejor se adapta son los viajes *a pie*, que representan cerca el 45% del total de movimientos y que junto con el autobús urbano y el Metro, soportan más del ochenta por ciento de la demanda en ese ámbito. El coche para ese entorno sólo responde por el 14% de la demanda y en buena medida se debe a la longitud de los recorridos, a las distancias de desplazamiento y a la dificultad para aparcar. Entre todos los demás modos en ese ámbito apenas suman el 3%, e incluye los taxis, los servicios discrecionales, Cercanías y los viajes en bicicletas, con valores apenas testimoniales.

Para los desplazamientos entre la almendra y la periferia y dadas las mayores distancias a cubrir, los modos de transporte público como el autobús urbano y el Metro son los protagonistas y se reparten más del 60% de la demanda, pero el vehículo privado adquiere una mayor importancia, al responder por más del 25% de la demanda, razón que se asocia con mayores distancias y velocidades de circulación, que claramente compensan las dificultades para aparcar.

Otros modos, como el tren de cercanías, que podría tener un espacio muy apropiado, responden por un escaso 3% de la demanda, posiblemente por su rigidez y escasa cobertura dentro de la almendra (solamente las estaciones Atocha, Recoletos y Chamartín). El mismo caso ocurre con los autobuses interurbanos, que en general no tienen lugares de parada o de intercambio para que los usuarios puedan acceder a su destino en la almendra (los intercambiadores de Monclúa, Príncipe Pío, Avenida de América, o Méndez Álvaro, por ejemplo, se encuentran en la corona denominada como periferia).

Tabla 6.2: Distribución modal en la almendra de Madrid en 1996 (miles de viajes).

Modo	<i>En la almendra</i>		<i>A/de periferia</i>		<i>A/de metropolitana</i>		<i>Todos los viajes</i>	
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%
A Pie	591	45%	71	4%	0	0%	662	18%
Coche	181	14%	466	29%	294	43%	941	26%
Autobús urbano	288	22%	520	32%	34	5%	843	23%
Autobús interurb	0	0%	10	1%	111	16%	121	3%
Metro	223	17%	443	28%	109	16%	776	21%
Cercanías	2	0%	45	3%	109	16%	156	4%
Otros	40	3%	51	3%	20	3%	111	3%
Bicicleta	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
Total	1.325	100%	1.607	100%	677	100%	3.610	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a los viajes entre la almendra y las coronas externas a la ciudad de Madrid (denominadas genéricamente como metropolitana), el modo predominante es el coche, que responde por más del 40% de la demanda. Los modos de transporte público como el tren de cercanías, el Metro y el autobús interurbano se reparten de forma equitativa el resto de los desplazamientos (ver figuras 6.1 y figura 6.2).

Por otra parte, modos como la bicicleta, que se podría adaptar muy bien al entorno local de la almendra (viajes al interior de cada distrito o entre estos) y que respondería con creces a las demandas de viajes entre esta y la periferia, no tiene un peso

significativo (la encuesta origen – destino ha contabilizado 1179 viajes en bicicleta, en relación con la almendra), por razones que pueden ser en gran parte culturales, pero en las que también es responsable la Administración Pública que en este ámbito no ha jugado un papel preponderante, pues hace falta una infraestructura mínima de vías ciclistas seguras y pertinentes, de equipamientos adecuados y de políticas de promoción de su uso como un modo cotidiano, seguro y confiable.

En cuanto a las relaciones entre las diferentes coronas, la mayoría de los desplazamientos no se presentan al interior de la almendra, sino entre esta y la periferia; si además, se consideran sólo los viajes motorizados, la situación es aún más desequilibrada y crítica en los periodos de mañana y tarde, pues fácilmente puede considerarse a la almendra como el lugar de los empleos, las compras o el ocio y a la periferia y a la corona metropolitana como áreas dormitorio.

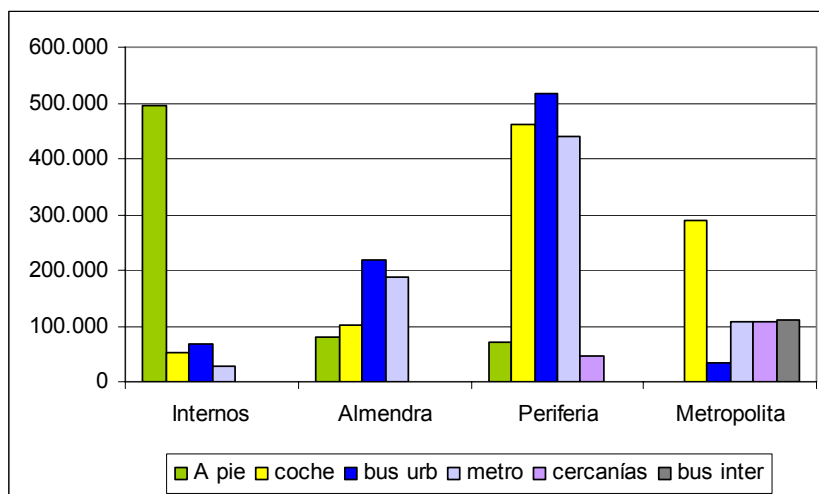


Figura 6.1: Los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (miles).
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Según la figura 6.2 el coche no tiene un peso importante en el reparto modal de ámbito local (almendra), pero en los desplazamientos que salen o que llegan a esta desde las coronas vecinas juega un papel destacado, pasando de cerca de 180.000 a más de 940.000 los desplazamientos que en ese modo cada día se relacionan con la zona densa de la ciudad. Lo anterior significa que por cada viaje que se realiza en coche dentro de la almendra, se realizan cinco viajes hacia o desde las otras coronas, con la presión sobre la almendra que esto representa y que se magnifica en periodos puntuales, como

entre las 7:00 y las 10:00 de la mañana, cuando la vialidad de la almendra debe alojar hasta 150.000 viajes en coche cada hora (ver figura 6.3).

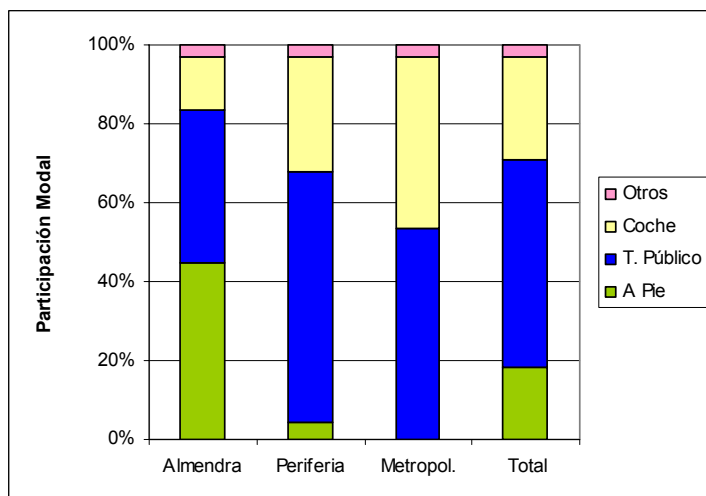


Figura 6.2: Distribución modal de los desplazamientos relacionados con la almendra en 1996
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

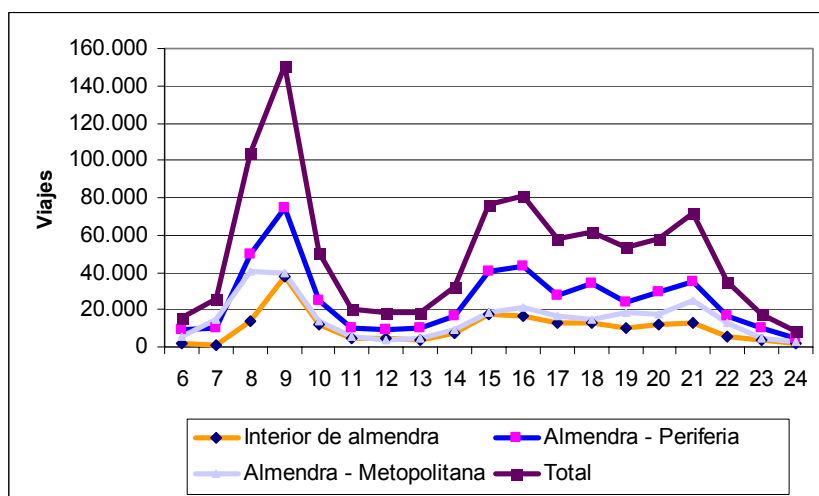


Figura 6.3: Perfil horario de los viajes en coche en relación con la almendra de Madrid en 1996.
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Ahora bien, tanto en el caso de los desplazamientos locales, como en los que se dirigen hacia o desde la almendra hacia otras zonas, las características tanto de los viajes, como de los modos de transporte y de los usuarios son fundamentales para indagar por la posibilidad de establecer alternativas de movilización que sean competitivas y que eviten el uso innecesario de los modos más costosos económica y socialmente. A continuación se hace una referencia global a esas características, para posteriormente pasar a aplicar el procedimiento de transferencia y su valoración.

De acuerdo con la zona de residencia de los viajeros, la distribución y la magnitud de los desplazamientos son los que se muestran en la tabla 6.3. Los residentes en la almendra generan cerca de la mitad de los viajes que tienen que ver con dicha área y la otra mitad son producidos por residentes en otras áreas, pero así mismo, apenas el 20% de los viajes en coche que se realizan dentro de la almendra son generados por los residentes en la misma, mientras que esa proporción aumenta al 27% entre los residentes en la periferia y asciende fuertemente hasta el 39% entre los residentes en la corona metropolitana, con lo cual, dos de cada cinco viajes que los habitantes de otras zonas realizan hacia la almendra o dentro de la almendra, utilizan el coche privado, con las consecuencias que se han enunciado en capítulos anteriores.

Tabla 6.3: Distribución de los viajes diarios en la almendra de acuerdo con la corona de residencia en 1996

<i>Modos / coronas</i>	<i>almendra</i>	<i>periferia</i>	<i>metropolitana</i>	<i>Total viajes</i>	<i>Reparto modal</i>
A pie	35%	6%	1%	661.660	18%
Transporte Público	45%	67%	60%	1.990.365	55%
Coche	20%	27%	39%	958.163	27%
Total viajes	1.748.647	1.120.916	740.625	3.610.188	
Participación Zona	48%	31%	21%		100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Sí se considera en forma más precisa la demanda de cada uno de los distritos que conforman la almendra y su relación con las demás zonas o coronas de la Comunidad de Madrid, a partir de la encuesta origen destino de 1996 y utilizando programas de gestión de bases de datos, se establecieron algunos resultados, como los que se muestran en las tablas 6.4 y 6.5 que hacen referencia a una matriz de viajes típica y a un agrupamiento de acuerdo a la definición zonal, respectivamente.

Tabla 6.4: Matriz de viajes relacionados con la almendra en 1996 (en miles)

O/D	Arganz.	Centro	Cham.	Chamb.	Retiro	Salam.	Tetuan	Perifer.	Resto	Total
Arganzuela	61	29	4	8	6	7	4	61	30	211
Centro	30	98	16	26	17	22	17	188	74	489
Chamartín	5	17	85	15	6	26	23	108	46	332
Chamberí	8	27	16	99	11	22	21	111	56	371
Retiro	6	17	6	11	73	24	6	85	30	258
Salamanca	7	22	26	22	23	138	12	145	60	456
Tetuan	4	17	23	21	6	12	119	104	44	352
Periferia	61	189	109	114	84	144	104	0	0	804
Resto	29	74	45	55	30	60	44	0	0	338
Total	211	490	332	371	257	455	351	803	340	3.610

Con esa clasificación espacial, se pretende separar los viajes de acuerdo con la distancia, el modo y el motivo. Como se observa en la figura 6.4, los viajes producidos en cada distrito se reparten de forma aproximadamente igual entre internos o locales, viajes a otros distritos y viajes a la periferia y una cuarta porción, que representa alrededor del 10%, son relaciones con las coronas metropolitana y regional (resto).

Tabla 6.5: Distribución de los viajes relacionados con la almendra de acuerdo con su origen en 1996.

	<i>Internos</i>	<i>Inter distritos</i>	<i>Almendra - Periferia</i>	<i>Almendra - Resto.</i>	<i>Total general</i>
Arganzuela	61.408	58.982	61.444	29.548	211.382
Centro	97.962	129.305	187.892	74.287	489.446
Chamartín	85.173	92.025	108.475	45.865	331.538
Chamberí	98.741	104.740	111.374	55.984	370.839
Retiro	72.725	69.900	85.165	29.895	257.685
Salamanca	138.218	112.858	144.531	59.930	455.537
Tetuan	118.821	84.152	104.470	44.103	351.546
Periferia		804.242			804.242
Metropolitana		337.971			337.971
Total	673.049	1.794.175	803.350	339.612	3.610.186

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

El distrito Centro, a pesar de que no es el de mayor población, es el que más desplazamientos y de mayor distancia genera, lo cual se asocia con las actividades económicas como el comercio y con su ubicación y dotación de infraestructuras de

transporte público, como los servicios de autobús y Metro, que influyen además su reparto modal, como se verá más adelante.

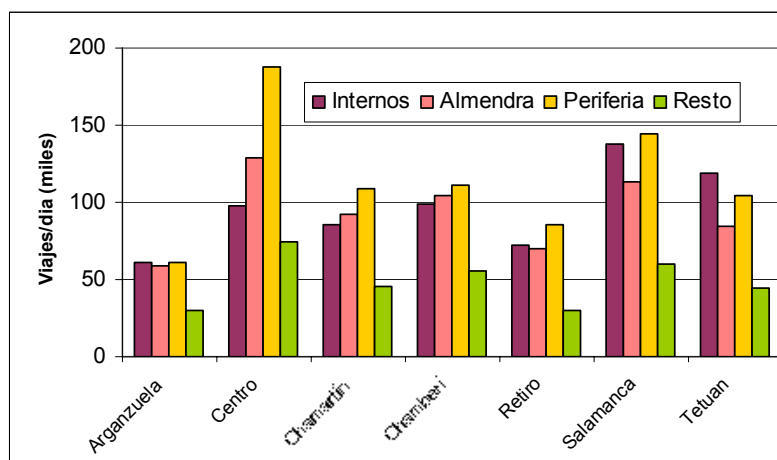


Figura 6.4: Distribución de los viajes según el distrito de origen en la almendra. 1996
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Otros distritos como Arganzuela e inclusive el Retiro, son en proporción a su población, generadores de una menor cantidad de viajes tanto a su interior, como con relación a las demás coronas; esto se debe a la baja actividad laboral y comercial de esas zonas y al énfasis en la función residencial.

En cuanto a la utilización de los modos de transporte en cada uno de los distritos de la almendra, las tablas 6.6 y 6.7 y la figura 6.5 permiten ver la gran variabilidad en las magnitudes y proporciones; así, por ejemplo, el coche es el modo más importante para el distrito de Chamartín (35%) y para los viajes con las coronas externas a la ciudad de Madrid (45%), mientras que en los viajes del Centro, apenas representa el 15%, que es una proporción baja, teniendo en cuenta que se está haciendo referencia a todos los desplazamientos que se relacionan con dicha zona (sin importar el origen o el destino).

Así mismo se puede observar la participación de los viajes *a pie*, que para distritos como Arganzuela, Salamanca, el Retiro o Tetuán es el modo de desplazamiento más importante desde el punto de vista de la cantidad, lo cual se asocia con la densidad poblacional y como se mencionó antes, con la baja actividad laboral y comercial de estas áreas. Obviamente, al ser mayores las distancias, la magnitud de viajes *a pie* se reduce, por lo que este modo pasa de representar alrededor del 25% de los viajes que

se originan en cada uno de los distritos a ser apenas el 4% de los viajes con origen en la periferia y cero en la relación entre la almendra y las coronas externas a la capital.

Tabla 6.6: Los modos de transporte y las magnitudes de viajes relacionados con la almendra en 1996.

	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús urbano</i>	<i>Autobús interub.</i>	<i>Metro</i>	<i>Cercanías</i>	<i>Otros modos</i>	<i>Total</i>
Arganzuela	57.568	46.959	50.106	1.884	39.111	9.994	5.760	211.382
Centro	104.857	75.273	120.604	1.885	159.380	13.029	14.418	489.446
Chamartín	65.954	114.534	70.008	1.942	58.404	7.391	13.305	331.538
Chamberí	98.339	81.515	66.966	1.872	106.672	3.348	12.128	370.839
Retiro	66.638	57.672	66.826	1.500	49.523	7.378	8.147	257.685
Salamanca	123.672	93.440	99.394	1.393	117.951	5.853	13.835	455.537
Tetuán	109.459	83.889	74.145	1.862	66.083	6.727	9.380	351.546
Periferia	35.076	236.811	289.867	8.696	178.167	29.994	25.631	804.242
Resto	97	151.113	4.102	99.839	47	72.452	10.322	337.971
Total	661.660	941.207	842.017	120.873	775.338	156.165	112.926	3.610.187

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Tabla 6.7: El reparto modal de los viajes relacionados con la almendra en 1996.

	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús urbano</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús inter.</i>	<i>Cercanías</i>	<i>Otros modos</i>	<i>Total</i>
Arganzuela	27%	22%	24%	19%	1%	5%	3%	100%
Centro	21%	15%	25%	33%	0%	3%	3%	100%
Chamartín	20%	35%	21%	18%	1%	2%	4%	100%
Chamberí	27%	22%	18%	29%	1%	1%	3%	100%
Retiro	26%	22%	26%	19%	1%	3%	3%	100%
Salamanca	27%	21%	22%	26%	0%	1%	3%	100%
Tetuán	31%	24%	21%	19%	1%	2%	3%	100%
Periferia	4%	29%	36%	22%	1%	4%	3%	100%
Resto	0%	45%	1%	0%	30%	21%	3%	100%
Total	18%	26%	23%	21%	3%	4%	3%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a los transportes públicos, se distinguen dos grupos de acuerdo con su influencia espacial, por una parte los de ámbito local, con muy buena accesibilidad en el entorno de la almendra, como el autobús urbano y el Metro que responden por una demanda del 44% del total y de alrededor del 58% en la periferia y, por otra parte, los

de carácter interurbano (autobús y cercanías), que son demandados para el 7% de todos los desplazamientos y que en la relación entre la almendra y las coronas externas a Madrid, tienen una participación del 51%, a pesar de las dificultades para su accesibilidad en la zona densa, que exigen la realización de transbordos.

Ahora bien, como se ha mencionado, los viajes en un modo determinado representan una proporción de los desplazamientos totales, pero desde el punto de vista de los impactos, es fundamental establecer dónde se están produciendo esos impactos y cuál es su magnitud en términos, por ejemplo, de viajeros por unidad de distancia. Es decir, que no es suficiente con la cuantificación de los desplazamientos, sino que se requiere conocer más detalles básicos, como por ejemplo la distancia de desplazamiento y el tiempo invertido en los mismos. A continuación, se muestra para cada uno de los distritos, su reparto modal desde el punto de vista de la participación espacial.

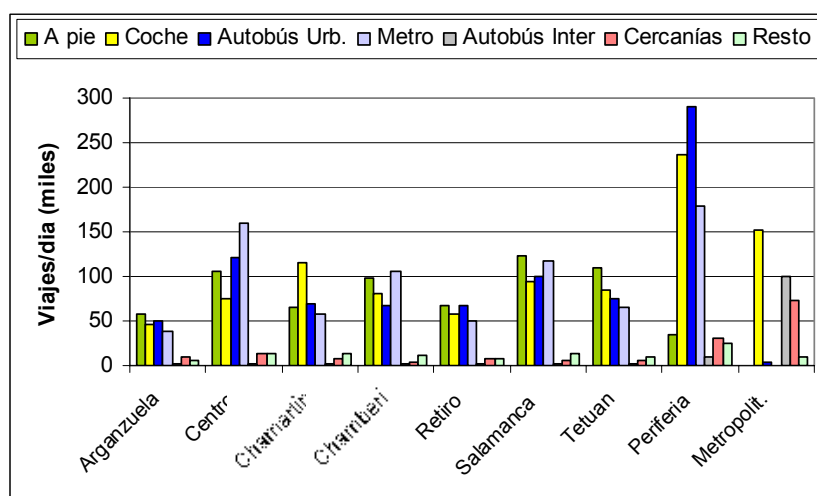


Figura 6.5: Los modos de transporte en relación con la almendra
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En la tabla 6.8 y en la figura 6.6 se observa la distribución de viajes generados en Arganzuela, de acuerdo con los modos de transporte y las diferentes áreas espaciales, caso en el que la forma de viaje más usada es *a pie*, pero en donde más del 80% de esos viajes se realizan al interior del distrito (entre los barrios), cerca del 15% se dirigen a los demás distritos de la almendra y el resto (5%) son desplazamientos hacia la periferia. Al contrario de lo anterior, el coche, el autobús interurbano y el tren de cercanías son los más utilizados para los desplazamientos a la periferia y las otras coronas y son los

menos usados internamente. Por otra parte, los autobuses urbanos y el Metro, tienen su nicho de demanda más importante en los desplazamientos, entre este distrito y los demás (almendra).

Tabla 6.8: Distribución modal y espacial de los viajes con origen en el distrito de Arganzuela en 1996.

	Internos	Almendra	Periferia	Resto	Total
A pie	46.350	8.196	3.022		57.568
Coche	4.129	9.265	21.092	12.473	46.959
Autobús urbano	8.229	21.054	18.774	2.049	50.106
Bus interurbano	0	0		1.884	1.815
Metro	2.061	17.636	13.059	6.356	39.111
Cercanías	0	723	3.566	5.705	9.994
Total	60.768	56.873	59.515	28.466	205.622

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

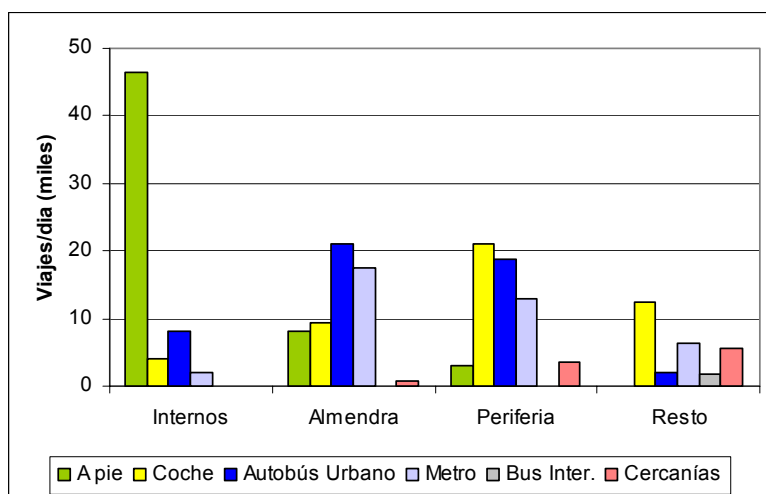


Figura 6.6: Distribución modal y espacial de viajes con origen en Arganzuela en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto al distrito Centro, como se muestra en la tabla 6.9 y en la figura 6.7, la magnitud de viajes es más del doble que los de Arganzuela, a pesar de que su población apenas difiere en un 7%, por lo que podría hablarse de una fuerte atracción de residentes de otras áreas, que contrasta con una más baja utilización del coche. Es decir, recorren distancias más largas y utilizan modos de transporte diferentes al coche. El Metro seguido del autobús local son los modos más demandados, especialmente para los viajes con la almendra y la periferia.

Tabla 6.9: Distribución modal y espacial de los viajes originados en el distrito Centro en 1996.

	Internos	Almendra	Periferia	Resto	Total
A pie	78.347	18.504	8.005		104.857
Coche	2.751	16.491	31.935	24.096	75.273
Autobús urbano	4.975	43.915	66.386	5.327	120.604
Bus interurbano.	0	0	70	1.816	1.885
Metro	10.303	44.046	73.610	31.421	159.380
Cercanías	0	135	3.252	9.643	13.029
Total	96.376	123.091	183.258	72.303	475.028

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

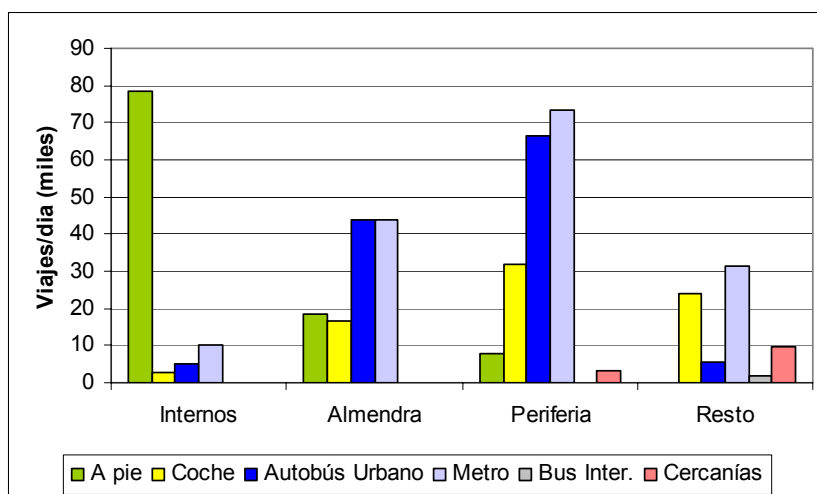


Figura 6.7: Distribución modal y espacial de viajes en el distrito Centro en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Un tercer distrito que muestra algunas particularidades es el de Chamartín, que posee niveles de renta superiores y densidades de uso de suelo inferiores a los de los distritos precedentes, por lo que como se muestra en la tabla 6.10 y en la figura 6.8 la utilización modal es relativamente diferente, pues el coche pasa a ser el modo más importante del distrito, seguido de lejos por los modos de transporte público y el caminar. En relación con el espacio físico, el caminar es la forma utilizada para los desplazamientos internos, los transportes públicos para los viajes entre distritos, y el coche en la relación con las otras coronas.

Tabla 6.10: Distribución modal y espacial de los viajes originados en el distrito de Chamartín en 1996.

	Internos	Almendra	Periferia	Resto	Total
A pie	55.129	8.874	1.951		65.954
Coche	15.953	27.753	47.246	23.583	114.534
Autobús urbano	10.852	31.253	23.387	4.515	70.008
Bus interurbano	0	0	17	1.926	1.942
Metro	1.674	18.849	28.061	9.819	58.404
Cercanías	0	433	2.490	4.467	7.391
Total	83.608	87.163	103.152	44.311	318.233

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

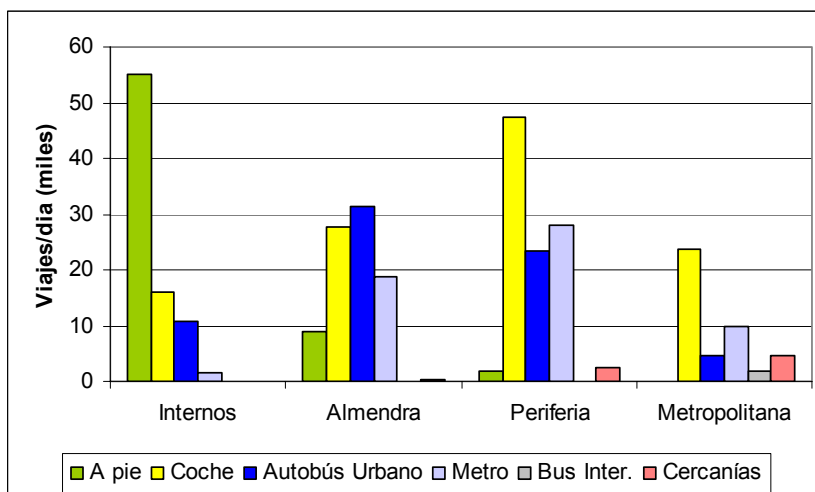


Figura 6.8 Distribución espacial de viajes originados en Chamartín en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En el ámbito global y discriminando los viajes internos en cada uno de los distritos, la utilización modal es la que presenta la tabla 6.11 y la figura 6.9, de acuerdo con las cuales de los 940.000 viajes que se realizan cada día en coche en la zona de la almendra, el 6% son de muy corto recorrido dentro de cada uno de los distritos, un 14% se realizan entre distritos de la almendra y el 80% son viajes relacionados con las coronas externas, que obedecen a viajes obligados en periodos muy cortos de tiempo (periodos punta), que causan los mayores impactos; hacia ellos se dirigirán las acciones principales de cuantificación y de evaluación de su potencialidad de transferencia.

Tabla 6.11: Participación modal de acuerdo con la zona de viaje en la almendra en 1996.

	<i>Internos</i>	<i>Entre distritos</i>	<i>Almendra Periferia</i>	<i>Almendra metropolitana</i>	<i>Total</i>
A pie	77%	12%	11%	0%	661.660
Coche	6%	14%	50%	31%	941.207
Autobús	8%	26%	62%	4%	842.017
Autobús interurbano	0%	0%	8%	92%	120.873
Metro	4%	25%	57%	14%	775.338
Cercanías	0%	1%	29%	70%	156.165
Resto	9%	27%	46%	18%	112.926
Total	19%	18%	45%	19%	3.610.186

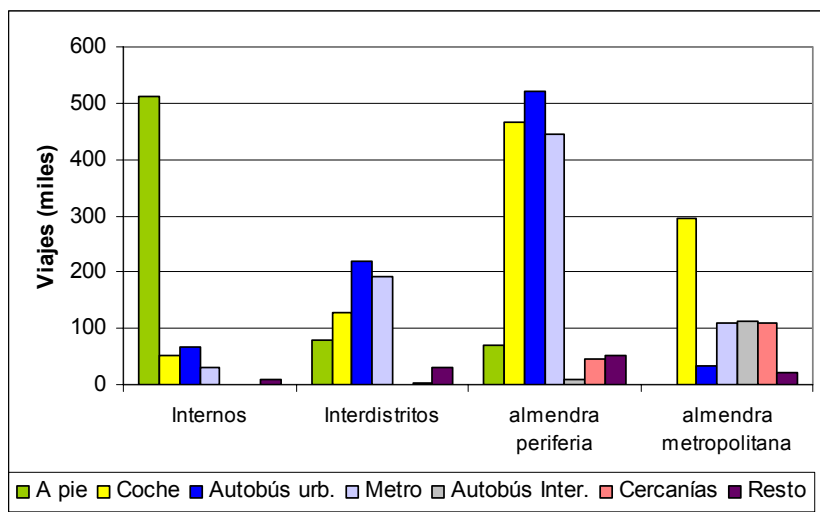


Figura 6.9: Distribución espacial de todos los viajes relacionados con la almendra de acuerdo con el modo de viaje en 1996

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

6.1.1.2 Las características de los viajeros y de los viajes en la almendra.

Los aspectos económicos han sido referidos de forma general en la primera parte de este capítulo, por lo que acá se aborda la relación entre los viajes y los modos de transporte utilizados de acuerdo con la distribución de la población según edades, motivos de viaje, lugar de residencia e incluso razones para la elección modal.

Desde el punto de vista de la población y considerando únicamente los residentes en la almendra, se presentan en la tabla 6.12 y en la figura 6.10 las tasas de viajes de acuerdo con cada uno de los grupos y en relación con el ámbito espacial de los mismos. De esta forma, los más jóvenes y los más ancianos, son quienes realizan más viajes de carácter local y menos de larga distancia, al contrario de lo que ocurre con la población adulta, cuya movilidad se relaciona con sus mayores tasas de actividad laboral o educacional, generalmente fuera de su entorno de residencia. En términos generales el grupo que más realiza viajes y más largos es el comprendido entre los 18 y los 25 años de edad, que duplica a los grupos cercanos y al otro lado de la balanza, los que menos viajes realizan y más cortos son los ancianos, seguidos de los menores de edad grupos que pertenecen a la denominada población no activa.

Tabla 6.12: Tasa de viajes diarios de los residentes en la almendra de acuerdo con la edad y parámetros de participación. 1996

	<18	18-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Promedio
Internos	1,04	0,78	0,41	0,59	0,54	0,68	0,79	0,71
Entre distritos	0,36	1,35	0,82	0,71	0,79	0,71	0,47	0,67
Almendra - periferia	0,21	1,70	0,49	0,39	0,44	0,34	0,20	0,41
Almendra - metrópoli.	0,06	0,49	0,24	0,18	0,16	0,11	0,03	0,14
Viajes/día	1,67	4,32	1,96	1,86	1,92	1,84	1,49	1,96
Participac. Población	15%	7%	9%	17%	14%	17%	22%	100%
Participación viajes	13%	15%	9%	16%	14%	16%	17%	100%
Viajes residentes alm	239.984	268.179	161.716	290.514	247.980	286.912	300.417	1.795.703

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Es de resaltar la drástica caída que se presenta en la tasa de viajes de acuerdo con el ámbito espacial, que pasa de 0,71 para los viajes internos a 0,41 en la relación con la periferia y a 0,14 viajes por persona y día hacia las coronas metropolitana y regional.

En el contexto global, la tasa de viajes de la almendra (1,96) se observa como baja frente a los más de tres viajes por día de otras ciudades de Europa (Lecler et al, 2004; Bonnel, 1998) o de Estados Unidos (Schafer, 2000), pero muy parecida a la obtenida en otras ciudades españolas como Barcelona, en donde se hace referencia a 1,84 viajes por persona (Capdet, 1998). Esas diferencias pueden asociarse con aspectos metodológicos de las encuestas, como la definición de viaje, las distancias y modos considerados, el que se tome en cuenta a toda la población o sólo a quienes realizan viajes, por ejemplo.

Ahora bien, en cuanto a la utilización de los modos de transporte de acuerdo con la edad, en la tabla siguiente se refleja ese comportamiento, de forma tal que los viajes

internos (tabla 6.13) son realizados en su gran mayoría por los jóvenes y los ancianos (45%), que el 77% son viajes *a pie*; que el autobús es el segundo modo más usado pero con apenas el 10% de participación, siendo así mismo el más demandado por los grupos de más jóvenes y más ancianos; otra particularidad es que el 55% de quienes viajan como acompañantes son jóvenes, lo cual en este contexto se asocia principalmente con los desplazamientos al colegio.

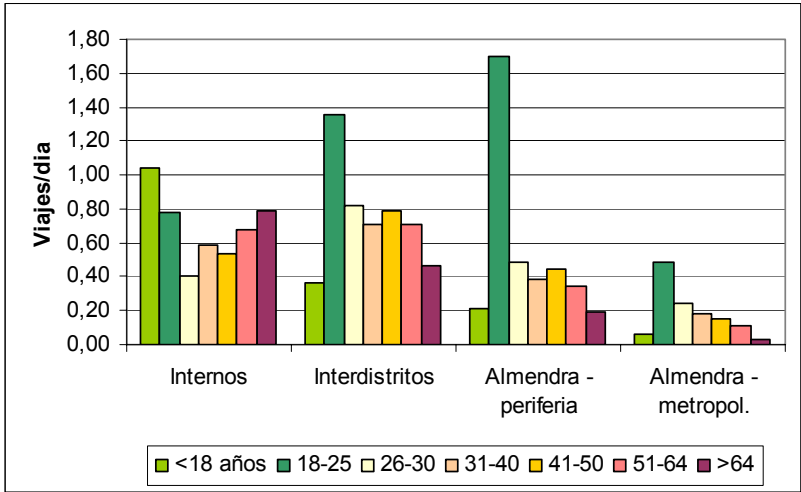


Figura 6.10: Tasas de viajes de acuerdo con la edad y el ámbito espacial en 1996.
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Tabla 6.13: Distribución modal de los viajes al interior de cada distrito de acuerdo con la edad de población en la almendra en 1996

	<18	18-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Promedio
A pie	25%	6%	5%	13%	10%	16%	25%	77%
Coche conductor	0%	6%	8%	31%	33%	16%	6%	6%
Coche acompañante	55%	3%	3%	11%	9%	10%	9%	2%
Autobús	14%	13%	5%	12%	11%	16%	29%	10%
Metro	10%	22%	10%	22%	6%	18%	12%	4%
Participación edades	22%	8%	5%	14%	11%	16%	23%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En la tabla 6.14, relacionada con los viajes entre distritos, se observa un cambio significativo; los viajes *a pie* caen drásticamente y a cambio aumentan más de tres veces

los viajes en autobús, en coche y en Metro. Los grupos de jóvenes y ancianos siguen siendo quienes más viajan *a pie* e inclusive, quienes más demandan los transportes públicos (significativamente más el autobús que el Metro), pero en términos globales, esos dos grupos han reducido su participación relativa del 45% de todos los viajes a apenas un 22%, demanda que ha sido suplida por la denominada población activa, que viaja proporcionalmente más en este contexto.

Tabla 6.14: Distribución modal de los viajes entre distritos de acuerdo con la edad de la población en la almendra en 1996

	<18	18-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Promedio
A pie	18%	10%	5%	15%	13%	16%	24%	13%
Coche conductor	0%	6%	12%	30%	27%	21%	3%	17%
Coche acompañante	26%	8%	10%	19%	18%	13%	5%	4%
autobús	8%	12%	10%	13%	15%	21%	22%	36%
Metro	6%	22%	15%	18%	15%	14%	9%	31%
Participación edades	8%	14%	11%	18%	17%	18%	14%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a la distribución de los viajes entre la almendra y la periferia y como puede verse en la tabla 6.15, los desplazamientos *a pie* han desaparecido y el mercado se lo distribuyen equitativamente los coches, los autobuses urbanos y el Metro. Desde el punto de vista de la edad de los viajeros, los jóvenes y los ancianos han reducido su participación a un 15% del total y, a cambio, los demás viajeros, especialmente los de edades entre los 18 y los 40 años, son quienes más desplazamientos realizan.

En este caso, se observa una fuerte segmentación a nivel del transporte público, la población activa demanda más el Metro que el autobús y la población mayor elige al contrario, hasta tres veces más el autobús que el Metro, que es una cifra muy expresiva de las diferencias y que se asocia con factores como la disponibilidad de un abono de transportes (tiene un menor coste para los ancianos y se penalizan los transbordos en autobús en caso de no tenerlo), la mayor accesibilidad de los autobuses (en relación con las actividades y en relación el transporte mismo - rampas, escaleras, ascensores, transbordos internos) y, posiblemente, la disponibilidad de tiempo de los usuarios.

Tabla 6.15: Distribución modal de los viajes entre la almendra y la periferia de Madrid de acuerdo con la edad de población en 1996

	<18	18-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Promedio
Coche conductor	0%	10%	14%	30%	24%	20%	2%	26%
Coche acompañante	24%	18%	10%	16%	12%	13%	6%	6%
Autobús	8%	19%	10%	12%	13%	19%	19%	35%
Metro	5%	27%	15%	18%	14%	15%	7%	30%
Cercanías	4%	29%	17%	24%	13%	12%	2%	3%
Participación edades	6%	19%	13%	19%	16%	18%	9%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Finalmente, los viajes entre la almendra y las coronas externas a Madrid, que se muestran en la tabla 6.16, indican cómo las poblaciones de jóvenes y mayores representan en este caso apenas un 6%, frente a grupos como los de edades comprendidas entre los 31 y los 50 años, que con una participación poblacional de apenas el 31% realizan el 46% de los viajes. Así mismo, se ve la participación del coche, que es utilizado para el 45% de los desplazamientos en este ámbito y que los grupos de entre los 31 y los 50 años, lo utilizan en más del 50% de los casos.

Tabla 6.16: Distribución modal de los viajes entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid de acuerdo con la edad de población en 1996

	<18	18-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Promedio
Coche conductor	0%	10%	14%	30%	30%	15%	1%	37%
Coche acompañante	12%	22%	12%	22%	19%	9%	3%	8%
Autobús urbano	3%	30%	13%	16%	19%	11%	8%	5%
Autobús Interurbano	5%	30%	12%	16%	17%	14%	6%	17%
Metro	4%	33%	15%	17%	18%	11%	3%	17%
Cercanías	3%	27%	15%	22%	21%	11%	2%	17%
Participación edades	3%	22%	13%	23%	23%	13%	3%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a las razones o motivos por los cuales se realizan los viajes y excluyendo los que tienen como destino el hogar después de realizada la actividad correspondiente, las proporciones generales son las que se muestran en la tabla 6.17 de acuerdo con la cual los viajes de trabajo representan casi la mitad de los desplazamientos (46%) seguidos por los denominados otros (31%), que incluyen compras y viajes de ocio y que son realizados especialmente por la población de mayor edad, como bien se puede ver en la figura 6.11, que señala además la escasa participación de las motivos denominados de gestiones y de acompañamiento.

Tabla 6.17: Los motivos de viaje y la edad de la población en la almendra en 1996

	<18	19-25	26-30	31-40	41-50	51-64	>64	Porcentaje
Trabajo	3.521	99.491	133.526	242.149	217.530	151.901	8.377	46%
Gestiones	208	5.267	7.228	12.414	11.419	8.430	1.691	2%
Estudio	156.076	147.743	24.511	10.306	3.514	1.223	1.207	18%
Acompañamiento	1.758	3.860	4.125	28.085	12.214	8.227	6.812	3%
Otros	13.348	51.333	36.874	64.319	64.264	134.873	209.621	31%
Total viajes	174.910	307.694	206.266	357.273	308.941	304.654	227.708	1.887.446

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

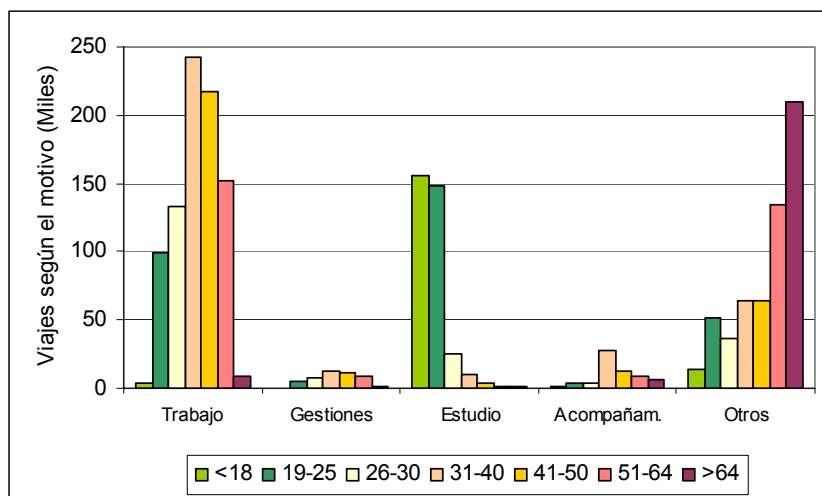


Figura 6.11: Los motivos de viaje y la edad de la población en la almendra en 1996

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

De esta forma, se puede caracterizar a la población, por motivos de viaje, diciendo que los menores de 25 años viajan prioritariamente a estudiar (más del 85% de los viajes de los menores de 18 años, tienen ese motivo), que la población de mayor edad viaja principalmente por las razones denominadas “otros” (más del 90%) y que la población adulta viaja principalmente por trabajo, aunque en este caso hay una mayor diversificación de actividades.

Ahora bien, desde el punto de vista espacial y sabiendo que de acuerdo con la edad, los viajeros tienen un motivo preponderante, a continuación se muestra la distribución modal (los cuatro modos principales) para cada uno de los tres principales motivos de viaje.

En la figura 6.12 se presenta la distribución modal de los viajes de acuerdo con el motivo trabajo; se puede ver la participación del coche en todos y cada uno de los distritos y coronas y la importancia de los modos de transporte público en este tipo de viajes de forma que sumados, aportan más desplazamientos de este tipo que el coche. Así mismo se ve el grado de atracción por viajes de trabajo en distritos como el Centro, Salamanca o Chamartín, que tienen una mayor demanda que otras coronas, como la periferia o la metropolitana (viajes con relación a la almendra); en el otro extremo, distritos como el Retiro o la Arganzuela que tienen una baja capacidad de atracción de viajes de trabajo. Desde el punto de vista de los orígenes de los viajes de trabajo, la situación cambia en forma radical y las coronas externas a la almendra adquieren gran protagonismo, tipificándose como zonas dormitorio (figura 6.13).

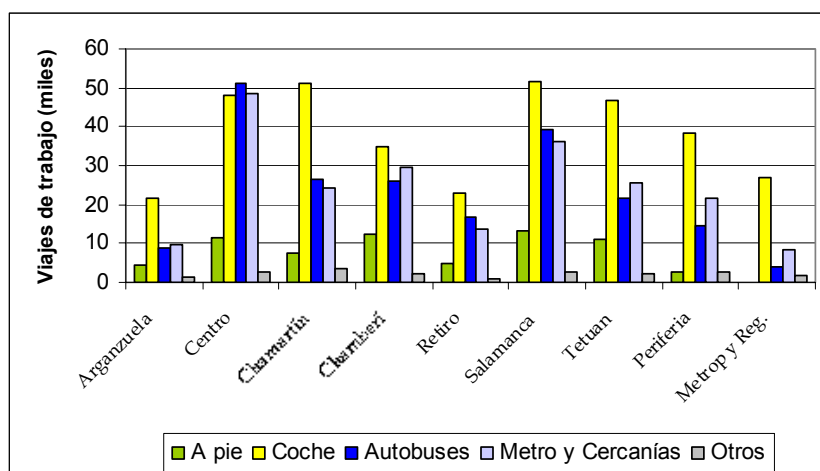


Figura 6.12: Los viajes de trabajo de la almendra de acuerdo con el lugar de destino en 1996.
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Mientras ingresan a la almendra por razones de trabajo más de 500.000 viajes diarios, de la almendra sólo salen cerca de 120.000 al trabajo hacia la periferia y las coronas externas a Madrid, produciendo un importante desequilibrio, que es mayor aún si se tiene en cuenta, que la mayor parte de esos desplazamientos se realizan en coche (40%), con los efectos de carácter económico, social y ambiental.

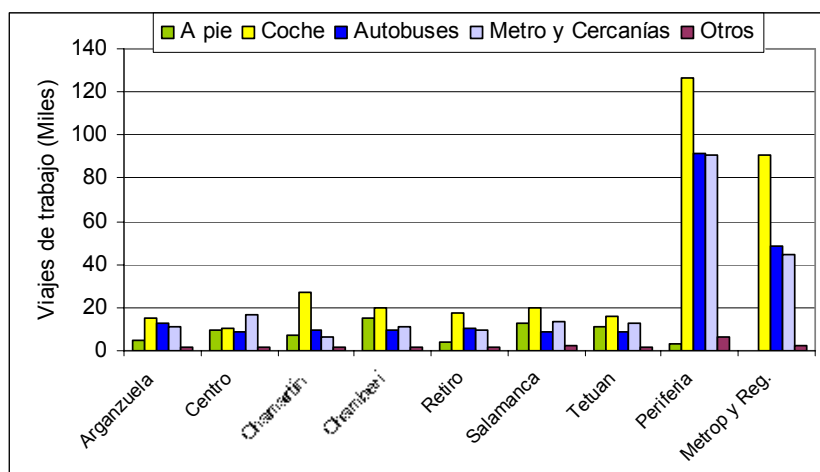


Figura 6.13: Distribución modal de los viajes de trabajo de la almendra de acuerdo con el lugar de origen en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a los viajes con motivo estudio, en la figura 6.14 se observa su distribución, que es mucho más equilibrada que la anterior en cuanto a la atracción de los distritos (Arganzuela, Retiro y Tetuán son los que ejercen una más baja atracción) y en la que los modos de transporte público y los desplazamientos *a pie* tienen la mayor participación. Contrario a los viajes de trabajo, las coronas externas a la almendra, y en particular la zona de la periferia, ejercen una gran atracción por viajes de estudio, que se asocia con la ubicación de la ciudad universitaria, por ejemplo, en dicha corona.

En cuanto al coche, es un modo importante sólo en los viajes a los distritos de Chamartín o Chamberí (generalmente viajes internos al distrito en los cuales el estudiante es acompañado al colegio en dicho modo) y en las coronas externas a la almendra (viajes de estudiantes universitarios).

Un motivo que se relaciona como importante es el que se ha denominado como Otros viajes que incluye compras, ocio, gestiones personales, visitas, etc., y que pueden clasificarse como no obligados, que pueden ser aplazados, reorientados e incluso, que se puede prescindir de ellos. La figura 6.15, muestra como es la distribución de dichos viajes de acuerdo con el distrito o corona de destino.

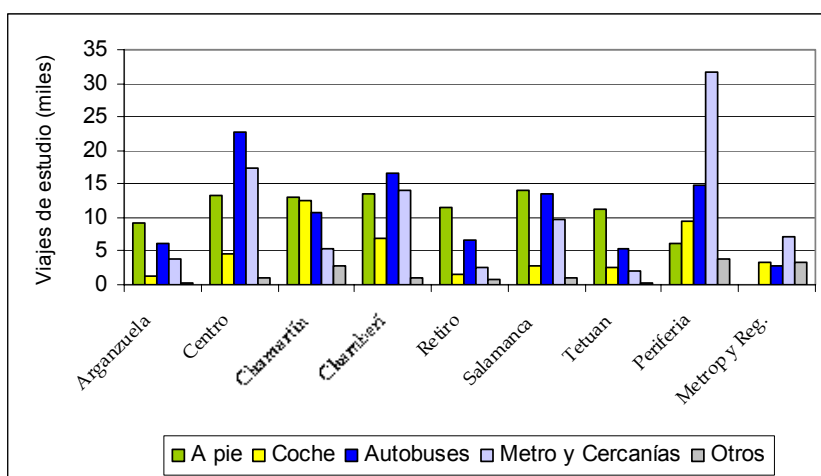


Figura 6.14: Distribución modal de los viajes de estudio de la almendra de acuerdo con el lugar de destino en 1996

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

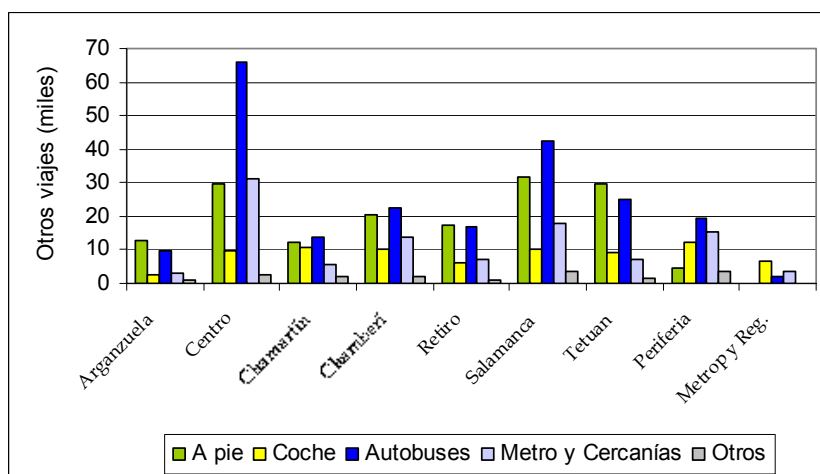


Figura 6.15: Distribución de viajes por otros motivos de acuerdo con el destino en 1996

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En este caso, el modo relativamente más importante es el transporte público, especialmente autobús, seguido de los viajes *a pie* y de los modos ferroviarios. Los distritos Centro y Salamanca, ejercen el mayor atractivo sobre este tipo de viajes, y coronas como la metropolitana tienen una participación muy baja.

Considerando que las personas de mayor edad realizan más viajes por este motivo, puede explicarse la razón de la marcada diferencia en la utilización del transporte en autobús en relación con los sistemas ferroviarios y en particular con respecto al Metro.

En cuanto a la relación entre los desplazamientos y el género, no se han encontrado diferencias significativas con respecto al ámbito espacial, pero sí en cuanto se refiere a la elección modal, como se puede observar en la tabla 6.18. Quienes más viajan por motivos de trabajo son hombres (tabla 6.19) y, en este tipo de viajes, existe una mayor disposición a usar coche. Además de las diferencias en el uso de los coches particulares, es muy notoria la que se presenta en el uso del autobús (más demandado por las mujeres) y de los transportes ferroviarios, especialmente en el caso de cercanías, que es más utilizado por el género masculino, posiblemente por considerarlo más confiable en el cumplimiento de horarios (viajes de trabajo).

Tabla 6.18: Género y reparto modal en la almendra en 1996.

	<i>A pie</i>	<i>Coche conduc</i>	<i>Coche acomp</i>	<i>Autobús urbano</i>	<i>Autobús inter.</i>	<i>Metro</i>	<i>Cercanías</i>	Valor Medio
Hombre	41%	73%	39%	41%	41%	48%	57%	50,4%
Mujer	59%	27%	61%	59%	59%	52%	43%	49,6%

Tabla 6.19: El género y los motivos de viaje en la almendra en 1996.

	<i>Trabajo</i>	<i>Gestiones</i>	<i>Estudio</i>	<i>Acompañam</i>	<i>Otros</i>
Hombre	60%	66%	49%	31%	38%
Mujer	40%	34%	51%	69%	62%

Desde el punto de vista de la disposición de formas y oportunidades para la utilización de uno u otro modo de transporte, a continuación se hace una síntesis de las variables indagadas y consideradas importantes, teniendo en cuenta el ámbito geográfico de los viajes en la almendra.

Frente a la disponibilidad de coche y como se había advertido previamente, en las coronas exteriores se posee una tasa de motorización mayor a la de la zona densa, con lo cual, quienes realizan viajes desde las zonas externas hacia la almendra, tienen una predisposición mayor a usar el coche que los demás, como se observa en la tabla 6.20.

Tabla 6.20: Disponibilidad de coche para los desplazamientos en la almendra en 1996

	<i>En la Almendra</i>	<i>Almendra - periferia</i>	<i>Almendra - metropolitana</i>	Total
Como Conductor	34,9%	44,0%	56,4%	43,5%
Como Acompañante	19,7%	17,2%	14,3%	17,2%
No disponible	45,4%	38,8%	29,3%	39,3%

Ahora bien, en cuanto tiene que ver con la facilidad para aparcar, para el momento de la encuesta y como lo muestra la tabla 6.21 la disponibilidad era muy alta y la variación sólo se presentaba en aspectos relacionados con el esquema de propiedad del aparcamiento, pero no con el coste de su uso (en más del 90% de los casos). Con independencia del lugar de residencia del viajero, no existía disuasión alguna desde este punto de vista, a su uso de aparcamiento.

Tabla 6.21: La disponibilidad de aparcamientos de acuerdo con el ámbito del viaje en la almendra en 1996.

	<i>En la Almendra</i>	<i>Almendra - periferia</i>	<i>Almendra - metropolitana</i>	Total
Libre	55,3%	66,5%	64,9%	61,2%
Residentes	7,0%	4,6%	2,8%	4,7%
Propio o Alquilado	18,8%	12,8%	18,6%	15,6%
Gratuito área residencia	11,7%	10,5%	9,9%	11,8%
Aparcamiento Público	2,7%	1,7%	2,0%	1,9%
ORA o Parquímetro	0,0%	0,4%	0,2%	0,3%
Otros	4,5%	3,5%	1,6%	4,5%

En cuanto a la elección del coche frente al transporte público (figura 6,16), la encuesta señala a la falta de comodidad como el principal problema, que se esgrime en el 50% de los casos en la zona más densa y que baja hasta menos del 40% en la corona metropolitana. Un segundo problema es el tiempo de viaje, que en este caso y al contrario del de comodidad, se percibe como más crítico a medida que la distancia hasta la almendra es mayor; entre estos dos problemas suman más del 70% del interés; otros como la accesibilidad en origen y en destino y el coste tarifario, son significativamente menos importantes (2% en el caso del coste y menos del 4% en el caso de la accesibilidad)

La falta de comodidad es un argumento subjetivo asociado con la percepción de los viajeros, que está condicionada por elementos o características del sistema, del entorno y del propio viajero, que son difíciles de cuantificar pero de gran interés para el mejoramiento de los servicios. En este caso puede hacerse referencia a las condiciones de confort de los vehículos como temperatura, olor, iluminación, etc., a la ergonomía de los habitáculos y de las sillas, a la forma de conducción, al cumplimiento de horarios, a la privacidad para viajar, a la facilidad y oportunidad de información sobre frecuencias, itinerarios, incidencias, a los equipamientos en los puntos de origen y destino y a las facilidades de pago y acceso, entre otras (Zamorano, et al, 2004).

La segunda de las razones para la elección del coche y que se relaciona fuertemente con la falta de comodidad es el exceso de tiempo, con respecto al modo de referencia, pero en muchas ocasiones tiene que ver más con las frecuencias y la regularidad en el cumplimiento de los servicios ofrecidos. Sobre el tiempo se hace a continuación una revisión detallada para cada uno de los modos de transporte, de acuerdo con el ámbito espacial en que se realiza el desplazamiento.

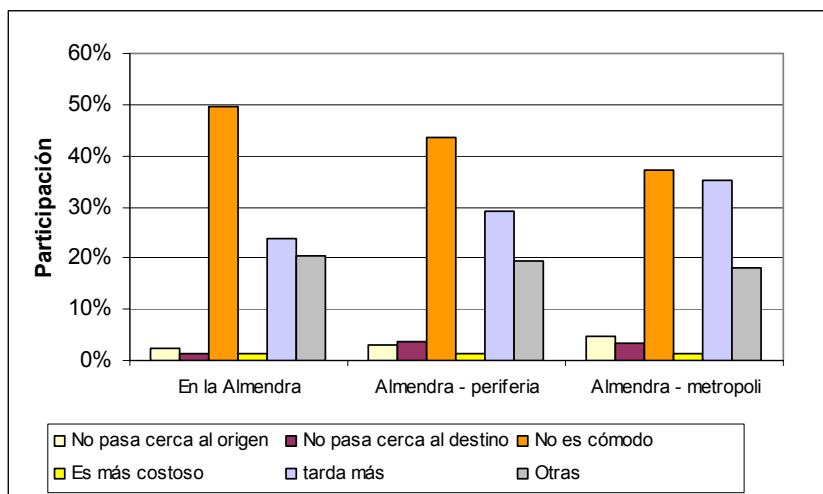


Figura 6.16: Razones para no elegir al transporte público en la almendra en 1996.
Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

6.1.2 El tiempo de viaje y los desplazamientos en la almendra.

De acuerdo con el capítulo 3, el tiempo de viaje y el coste económico, son dos de las variables objetivas más relevantes en la consideración sobre la realización o no de los desplazamientos y por supuesto en la elección modal. En la EDM'96 (CRTM, 1998), se

preguntó por el tiempo total utilizado en cada uno de los desplazamientos a través de la relación de los momentos de salida y llegada. Este dato nos permitirá analizar esa variable en los viajes de la almendra.

Esta medida del tiempo puede ser una de las alternativas más convenientes, pues además del tamaño muestral (personas, orígenes, destinos, modos y motivos), utiliza hitos particulares que para los viajes cotidianos (trabajo, estudio, regreso a casa, etc.), son de gran ayuda a la aproximación, como por ejemplo el tiempo de llegada con referencia a la hora oficial de acceso al lugar de trabajo o estudio o al momento para el que se había fijado una determinada cita, etc.

Así mismo, con esta forma de medición, se incluyen los tiempos de acceso, de espera, de trasbordo y de dispersión, por lo cual es posible aproximar mejor los verdaderos tiempos de viaje, que en casos como el del coche, deberán agregar además de los tiempos de viaje a bordo, aquellos asociados con el aparcamiento y con la dispersión hasta el destino, que son cada vez más altos y más importantes en la toma de decisiones.

Una síntesis de los tiempos medios de viaje, de acuerdo con el ámbito en el que ocurren los desplazamientos, es el que se muestra a continuación, considerando que cuanto más grande es la zona, mayor es la variabilidad y más difícil la comparación entre modos de viaje tan diferentes como ir *a pie* y el sistema Metro o el coche.

Previamente a la síntesis de esos datos, se realizó un análisis de consistencia de la información, estableciendo límites mínimos y máximos a los valores expresados, de acuerdo con la lógica y los parámetros fijados en el diseño de la encuesta. Así, ningún desplazamiento puede tener un tiempo nulo, los desplazamientos *a pie*, deben ser mayores o iguales a cinco minutos y, en ningún caso, se podrán superar las tres horas de viaje. Esto permitió la eliminación para efectos únicamente de la cuantificación de los tiempos de viaje, de un número mínimo de datos, que sólo estaban causando ruido.

En la tabla 6.22 y en la figura 6.17, se presentan los tiempos medios (promedio y mediana) de viaje al interior de cada uno de los distritos de acuerdo con los modos principales, así como la desviación típica, que señala el grado de dispersión de los datos alrededor de la media.

Los desplazamientos *a pie* son los que más breves (es la forma de desplazamiento más importante en este ámbito), seguidos del coche, del Metro y del autobús; hay

diferencias importantes, especialmente entre los viajes *a pie* y los demás. Se destaca que en este caso, los viajes *a pie* pueden ser de distancias significativamente diferentes a los de coche o los de transporte público, aspecto que se dilucida en el siguiente apartado pero que en principio da señales de las posibilidades de transferencia de viajes desde el coche hacia otras formas más pertinentes en ese espacio.

Tabla 6.22: Los tiempos de viaje al interior de los distritos de la almendra en 1996.

	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Metro</i>
Arganzuela	11,4	17,2	23,1	25,1
Centro	16,9	19,0	25,6	22,5
Chamartín	15,6	21,2	26,7	26,6
Chamberí	13,0	19,7	25,3	24,2
Retiro	12,9	15,1	21,3	23,2
Salamanca	13,6	21,3	26,4	22,2
Tetuan	16,0	16,5	24,4	19,0
Tiempo promedio	14,5	19,2	25,0	22,7
Mediana	11,3	15,0	22,5	20
Desviación Típica	10,9	10,7	11,3	10,5

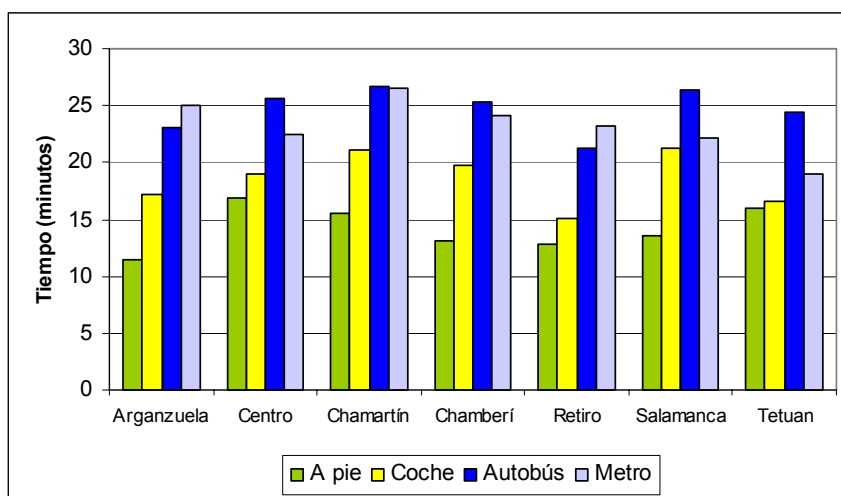


Figura 6.17: Los tiempos de viaje al interior de cada uno de los distritos de acuerdo con los modos de transporte en la almendra en 1996.

Para el caso de los viajes entre los diferentes distritos de la almendra, los resultados se muestran en la figura 6.18 y en tabla 6.23 de acuerdo con las cuales siguen

sobresaliendo los viajes *a pie* como los de más corta duración, pero como se manifestó antes, es necesario hacer comparaciones relacionadas con las distancias de viaje.

La comparación de tiempos entre los modos de transporte motorizados, de acuerdo con la tabla 6.23, indica que el modo de menor tiempo es el coche pero que las diferencias son pequeñas e incluso en algunos distritos como el Centro o Arganzuela, los tiempos en Metro muestran valores similares e incluso inferiores.

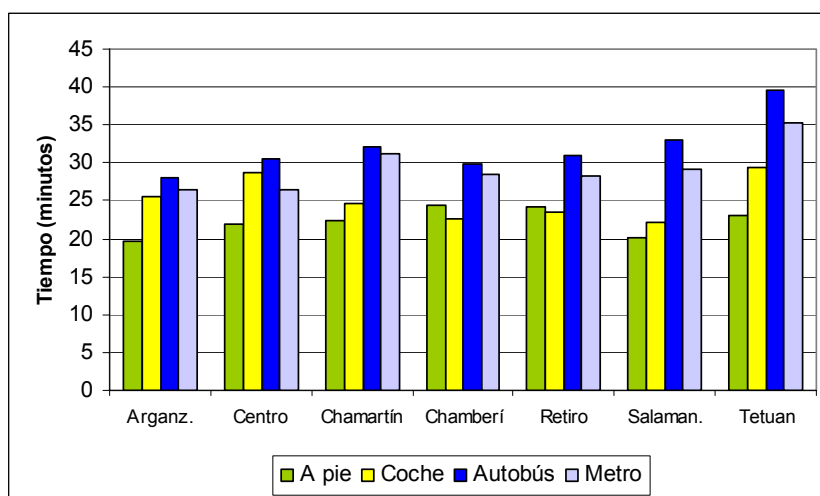


Figura 6.18: Los tiempos de viaje entre los distritos de la almendra, de acuerdo con los modos de transporte en 1996.

Tabla 6.23: Los tiempos de viaje entre distritos de la almendra en 1996.

	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Metro</i>
Arganzuela	19,6	25,6	28,2	26,6
Centro	22,0	28,8	30,6	26,4
Chamartín	22,3	24,7	32,1	31,3
Chamberí	24,3	22,7	29,8	28,4
Retiro	24,3	23,6	31,1	28,2
Salamanca	20,1	22,1	33,0	29,1
Tetuan	23,0	29,4	39,5	35,2
Tiempo promedio	22,5	25,0	30,8	27,8
Mediana	20,0	25,0	30,0	30,0
Desviación Típica	15,4	11,4	14,1	11,0

De acuerdo con esos valores medios y teniendo en cuenta la dispersión de los datos, podrán considerarse determinados pares orígenes - destino en que las tecnologías (accesibilidad, frecuencia, oportunidad de información) y formas de gestión de los diferentes modos de transporte (vía exclusiva, disponibilidad de aparcamientos), favorezcan la transferencia modal de acuerdo con la variable tiempo.

Para los desplazamientos entre la almendra y las coronas externas, en las tablas 6.24 y 6.25 y en las figuras 6.19 y 6.20 se presentan los tiempos medios de cada uno de los modos, de acuerdo con el ámbito geográfico. Este tipo de viajes muestra grandes desequilibrios tanto por su orientación (entrada en la mañana y salida en la tarde), como por el uso del coche, teniendo en cuenta que el motivo principal es el trabajo y que este se localiza principalmente en la almendra.

Para los desplazamientos entre la almendra y la periferia, el análisis se ha limitado a los tres modos principales, el coche, el autobús urbano y el sistema Metro, por cuanto, aunque se presentan viajes *a pie* o en los otros modos de transporte público, su participación es tan baja, que sólo causan distorsiones.

En este caso las diferencias en el tiempo promedio entre el coche y los modos de transporte público son del orden del 30%, valor que en términos absolutos es de 10 minutos (y si se hace referencia a la mediana, sólo cinco minutos) y que ejerce un impacto significativo en elección modal y por tanto ser considerado en las decisiones sobre la planeación y gestión de los diferentes modos de transporte. Como en los casos anteriores la comparación para cada origen destino aportará claridad.

Tabla 6.24: Los tiempos de viaje entre la almendra y la periferia en 1996

	<i>En coche</i>	<i>Autobús</i>	<i>Metro</i>
Arganzuela	26,9	35,9	37,1
Centro	31,5	40,3	34,1
Chamartín.	28,3	40,8	37,2
Chamberí	31,3	42,1	36,4
Retiro	27,6	38,3	33,9
Salamanca.	29,4	38,8	33,7
Tetuán	31,9	39,3	37,7
Periferia	29,3	37,8	40,6
Tiempo promedio	29,5	38,9	38,6
Mediana	30,0	35,0	35,0
Desviación Típica	13,2	16,6	14,8

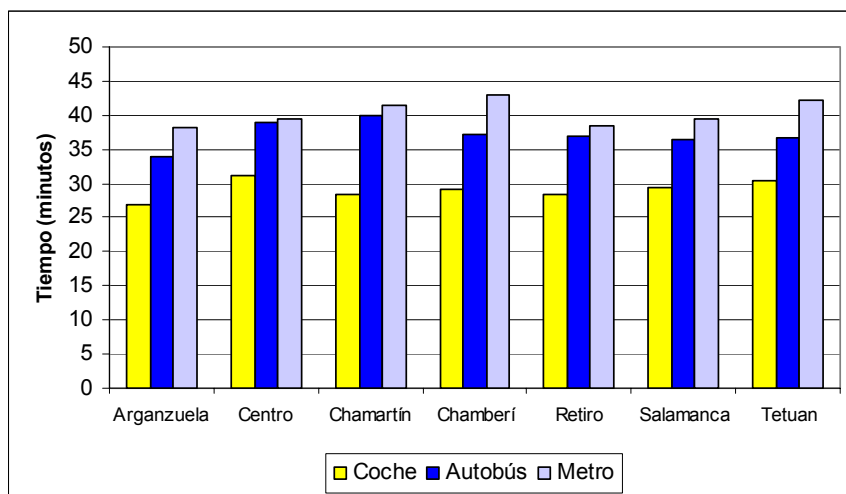


Figura 6.19: Los tiempos de viaje entre la almendra y la periferia de acuerdo con los modos de transporte en 1996

Para los viajes entre la almendra y las coronas externas a Madrid (metropolitana y regional), la tabla 6.25 y la figura 6.20 muestran los valores medios del tiempo de acuerdo con el distrito o corona de destino, así como las principales medidas de tendencia central y de dispersión.

Tabla 6.25: Tiempos de viaje entre la almendra y las coronas externas a Madrid de acuerdo el distrito de destino en 1996.

	<i>En coche</i>	<i>Autobús Inter</i>	<i>Cercanías</i>	Total
Arganzuela	40,9	56,7	53,3	48,9
Centro	42,7	58,7	50,8	50,9
Chamartín.	38,5	61,3	59,9	48,5
Chamberí	44,5	60,5	61,2	52,7
Retiro	41,0	60,1	51,4	49,9
Salamanca.	44,2	61,6	56,4	52,8
Tetuán	42,2	61,0	58,2	50,9
Metropolitana.	38,7	49,5	53,5	50,4
Tiempo promedio	40,5	59,0	54,7	50,6
Mediana	37,5	60,0	60,0	56,5,0
Desviación Típica	16,8	19,6	17,2	19,1

Como muestra la figura 6.20, los tiempos de viaje en coche tienen en promedio y en cada uno de los sectores una duración significativamente inferior a los otros modos disponibles en ese ámbito espacial. De acuerdo con el aumento de las distancias se observa un incremento importante en las diferencias entre los tiempos de viaje, que se asocian con el tiempo a bordo de los vehículos, con las velocidades de desplazamiento y con la necesidad que se tiene en los modos de transporte público de transbordos.

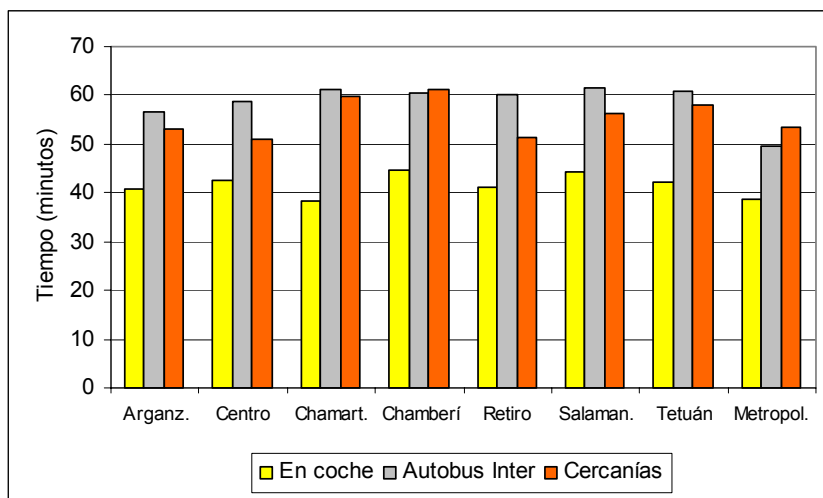


Figura 6.20: Tiempos de viaje entre la almendra y la corona metropolitana de Madrid en 1996.

De acuerdo con la descripción de los tiempos de viaje, en donde mejor compiten los modos alternativos al coche es en las zonas densas, pero en donde más se requiere realizar esas transferencias es entre las zonas densas y las coronas externas. La razón está en el reparto modal, las distancias de viaje y el desequilibrio direccional, suponiendo una gran presión ambiental y de disponibilidad de espacios sobre áreas centrales, como la almendra.

6.2 LAS DISTANCIAS, LOS TIEMPOS Y LA ELECCIÓN MODAL

Como se expresaba en el apartado relacionado con los tiempos de viaje, para la comparación objetiva de carácter modal, no es suficiente con el tiempo si se está haciendo referencia a un espacio amplio de orígenes y destinos, como suele ocurrir en cualquier ámbito geográfico.

Hay que tener en cuenta que las encuestas domiciliarias se realizan a una muestra de viajes y que con los modelos de demanda, se agregan los orígenes y destinos alrededor de un centroide. De acuerdo con el tamaño de las zonas y la ubicación de esos centroides es más o menos probable que en la agregación se tomen en cuenta valores que estén más cerca de las fronteras inter zonales. Así, la cuantificación de las distancias de viaje puede ser sobre valorada, especialmente en los desplazamientos *a pie*, por lo que otros parámetros como la velocidad y la autonomía de viaje (distancia y tiempos máximos a la que se está dispuesto a caminar o a ir en bicicleta, por ejemplo), serán importantes.

De acuerdo con el énfasis del trabajo en la zona densa de la ciudad y teniendo en cuenta que presenta una gran interacción al interior y en relación con zonas cercanas (periferia) o más alejadas (metropolitana o regional), el nivel de detalle ha seguido escalas diferentes:

- En el interior de la almendra, se utilizan las denominadas zonas de transporte, que se han construido a partir de la subdivisión de cada uno de los barrios en zonas de carácter más homogéneo. Estas zonas son en promedio de 37 hectáreas.
- En la periferia, las zonas corresponden a cada uno de los 14 distritos restantes, con lo cual, el nivel final de agregación espacial es de más de 10 veces el anterior.
- En las coronas metropolitana y regional, cada zona se ha hecho equivalente, de acuerdo con su densidad de población, a un municipio o a una parte significativa de él.

Con esas escalas se han utilizando diferentes procedimientos de acuerdo con cada uno de los modos. Así, en el caso de los peatones en la zona densa de Madrid a través de mediciones directas sobre planos, para el transporte público a través de la utilización del modelo de asignación de transporte EMME/2 y, en tercer lugar, para el caso de los desplazamientos en coche, se ha utilizado el modelo de asignación de Transporte VISUM.

6.2.1 Las distancias de viaje y los modos en la almendra

De acuerdo con las herramientas antes descritas y utilizando gestores de bases de datos específicos, se obtuvo la siguiente agregación para los principales modos de transporte, en los viajes dentro de la almendra, que se muestra en la tabla 6.26.

De acuerdo con la tabla 6.26 y las figuras 6.21 y 6.22, los desplazamientos *a pie* (peatón) cubren más del 90% de la demanda de viajes con distancias de menos de un kilómetro y alrededor del 50% de quienes recorren distancias de entre uno y dos kilómetros. A partir de esta distancia se reduce sustancialmente su uso (para viajes cuyas distancias sean de dos o más kilómetros, el caminar no se puede plantear como una alternativa razonable).

Tabla 6.26: Distribución de los viajes diarios de acuerdo con la distancia dentro de la almendra en 1996.

Distancia (km)	A pie	Autobús	Metro	Coche	Total
< 1	394.078	24.288	6.203	18.425	448.815
1 a 1,5	101.130	23.713	14.319	14.099	157.342
1,5 a 2	55.657	37.316	22.799	22.166	144.330
2 a 3	30.823	85.446	59.500	48.943	234.743
3 a 4	5.254	53.335	45.869	35.814	143.350
4 a 5	3.346	41.017	41.150	25.056	112.600
5 a 6	210	13.374	18.357	10.976	45.045
> 6	300	9.539	14.707	13.657	38.787
Total viajes	590.798	288.028	222.905	189.136	1.325.011

Fuente: Elaboración propia

El autobús es el segundo modo más utilizado para los desplazamientos cortos, pero a partir de los cuatro km pierde participación a favor especialmente del Metro, que al principio no tiene una demanda significativa.

De acuerdo con la figura 6.22, la participación del coche se mantiene por encima del 20% para distancias mayores a dos kilómetros e incluso su demanda llega hasta un 35% para distancias de más de seis kilómetros, en detrimento principalmente del autobús, cuya utilización se asocia con los grupos de mayor edad, que como se ha dicho, reducen sus viajes a medida que aumentan las distancias.

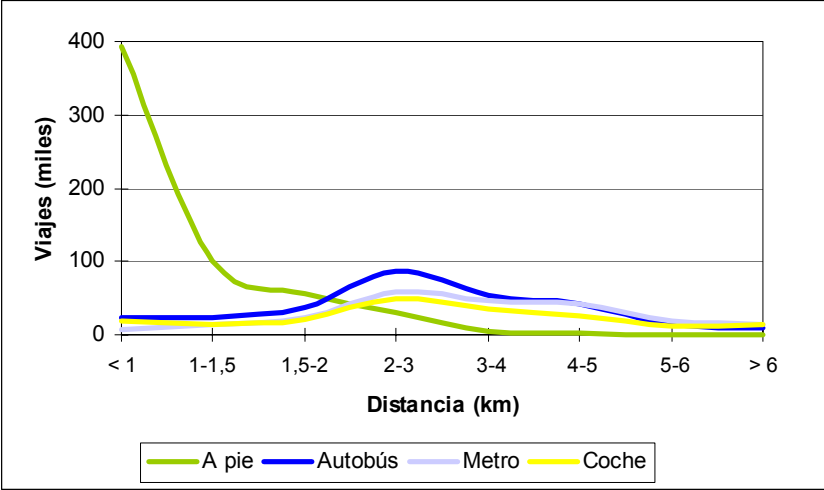


Figura 6.21: Las distancias de viaje y los modos en los viajes dentro de la almendra en 1996.
Fuente: Elaboración propia

El impacto de cada uno de los modos se puede establecer a través del indicador viajeros-km que es muy pertinente para la medición de costes y la comparación con otras ciudades o áreas. Ese indicador se muestra en la tabla 6.27 junto con la distancia media de viaje estimada a partir de la totalidad de los datos.

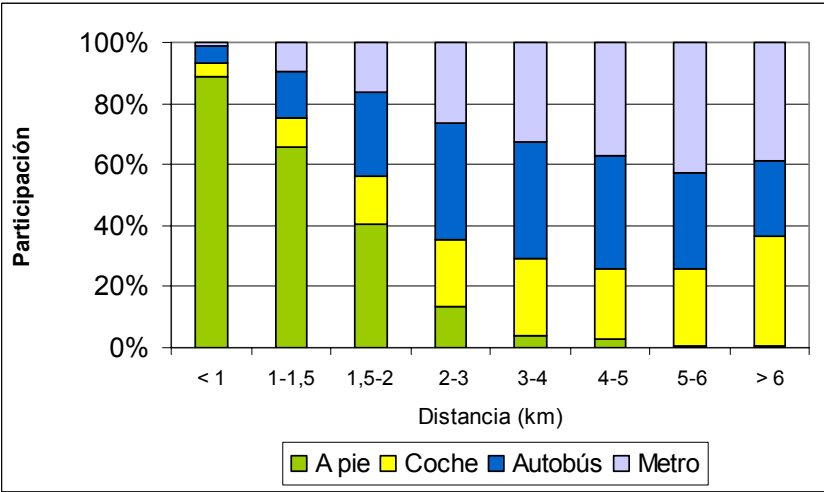


Figura 6.22: Participación modal (porcentaje) de los viajes en la almendra de acuerdo con la distancia en 1996.
Fuente: Elaboración propia

En promedio en la almendra de Madrid, los viajes internos son de 2,19 km de longitud. En cuanto a los modos motorizados, los tres muestran valores próximos y sus diferencias se deben más bien a aspectos funcionales que a los viajeros. A bordo del Metro se recorren mayores distancias que en los demás modos en razón a los transbordos para acceder a los destinos. Las distancias para los autobuses son inferiores a las del coche y esto se asocia con las características de la gestión vial y la búsqueda de aparcamientos.

Tabla 6.27: Utilización modal dentro de la almendra (viajeros-km) en 1996

	<i>Peatón</i>	<i>Autobús</i>	<i>Metro</i>	<i>Coche</i>	Total
< 1	295.559	18.216	4.652	13.819	336.611
1 a 1,5	126.412	29.641	17.899	17.624	196.678
1,5 a 2	97.400	65.302	39.899	38.791	252.577
2 a 3	77.058	213.615	148.751	122.357	586.858
3 a 4	18.390	186.673	160.540	125.348	501.724
4 a 5	15.058	184.578	185.176	112.752	506.698
5 a 6	1.153	73.559	100.964	60.370	247.748
> 6	2.099	66.773	102.951	95.597	271.506
Viajeros - km.	633.129	838.357	760.832	586.658	2.900.401
Distancia Media (km)	0,97	2,93	3,26	3,05	2,19

Fuente: Elaboración propia

Mención particular merece el establecimiento de las distancias medias para los diferentes tipos de vehículos motorizados, que oscilan alrededor de los tres kilómetros para los viajes que se realizan dentro de la almendra y que se diferencian significativamente de los establecidos por Guerrero (2003), que fueron establecidos a partir de indicadores globales y tomaban en cuenta las distancias medias de viaje en toda la Comunidad de Madrid.

Para las distancias así acotadas en la almendra, se han determinado los tiempos de viaje, encontrando los valores que se muestran en la tabla 6.28 y en la figura 6.25 y que reflejan con más precisión el comportamiento respecto a los viajes. Para distancias inferiores a un km, la forma más competitiva es el ir *a pie*, pero a partir de dos kilómetros, se gasta menos tiempo en otros modos como el Metro y el coche. Aunque el autobús tiempos que el Metro, las diferencias son posiblemente compensadas por otros aspectos como la mayor accesibilidad (tanto a las paradas como a los vehículos) especialmente para los mayores, como se ha venido refiriendo.

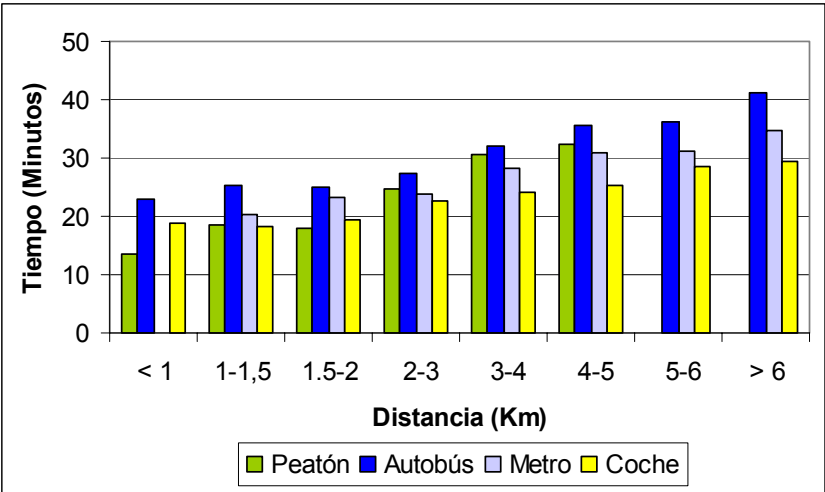


Figura 6.23: La relación entre el tiempo de viaje y la distancia en la almendra en 1996
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.28: El tiempo de viaje en la almendra de acuerdo con la distancia y el modo de transporte en 1996

Distancia	Peatón	Autobús	Metro	Coche	Promedio
< 1	13,4	23,0		18,9	14,4
1-1,5	18,4	25,3	20,3	18,2	19,6
1.5-2	17,9	25,1	23,2	19,3	20,9
2-3	24,8	27,4	23,9	22,6	25,0
3-4	30,6	32,0	28,3	24,2	28,5
4-5	32,2	35,6	30,8	25,4	31,1
5-6		36,1	31,3	28,5	32,6
> 6		41,1	34,8	29,4	34,3

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Las distancias de viaje y los modos entre la almendra y la periferia

Para este ámbito espacial, como se muestra en la tabla 6.29 y en la figura 6.24, y dada la disponibilidad de información, se optó por la integración de todos los modos de transporte público en uno sólo que compita con el coche particular que es al fin y al cabo, la actividad que se analiza. Al hacer referencia al conjunto de modos de transporte público, que se rigen bajo un esquema de gestión y de tarificación coordinado e integrado, se refleja mejor la realidad que está percibiendo el usuario, quien puede

disponer de mejores frecuencias y niveles de accesibilidad y por ende, tener menores tiempos de viaje.

Tabla 6.29: La magnitud de los viajes de acuerdo con las distancias y los modos de transporte entre la almendra y la periferia en Madrid en 1996

<i>Distancia (km.)</i>	<i>Coche</i>	<i>Tte. Público</i>	Total
Menos de 3	8.521	47.855	56.377
3 a 5	62.128	209.871	272.000
5 a 8	123.220	372.026	495.246
8 a 10	54.787	197.325	252.112
10 a 15	93.049	215.988	309.037
15 a 20 km	67.232	16.616	83.848
Más de 20 km.	73.014	127	73.141

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 6.24, la magnitud de los viajes es significativamente mayor en transporte público para las distancias más cortas y va perdiendo importancia a medida que éstas son mayores, lo cual sigue siendo coherente con el hecho que los grupos de usuarios que tienen una menor disponibilidad de coche (jóvenes y ancianos) y a que realizan la mayoría de sus desplazamientos a distancias cortas (motivos como estudios y compras son más accesibles).

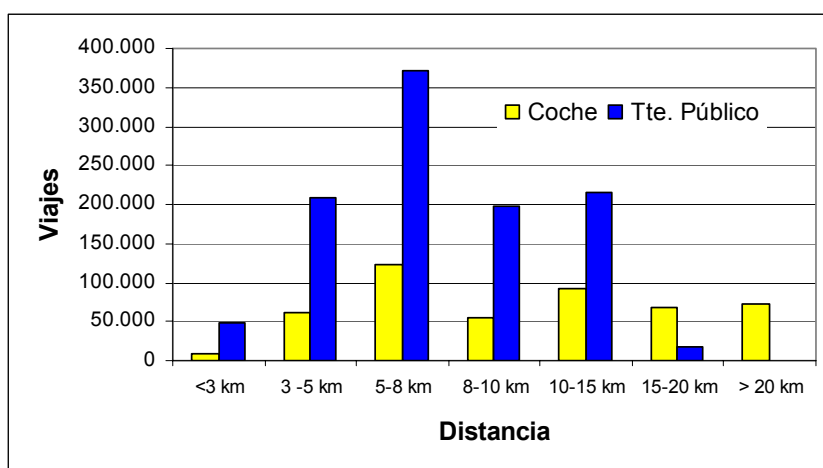


Figura 6.24: Distribución modal de acuerdo con la distancia de viaje entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia

Según esa distribución de viajes, obtenida de la encuesta origen – destino y modelizada a través de VISUM (modelo de simulación de transporte diseñado por PTV AG de Alemania y utilizado en TRANSyT para el transporte privado) y de EMME/2 (Modelo de asignación de transporte a redes multimodales utilizado por el CRTM para el transporte público), se calcula el tiempo medio de viaje, que, como se ha manifestado, es un valor puerta a puerta estimado por el usuario, que incluye todas las componentes de viaje y todos los modos de transporte que se hayan usado. Esos resultados se presentan en la tabla 6.30 y en la figura 6.25, según las cuales el coche es la mejor alternativa para cada uno de los tramos y especialmente en los de mayor distancia.

A pesar de que los tiempos son menores en el coche, la elección modal para distancias hasta de 15 kilómetros, es a favor del transporte público, situación que se debe intentar conservar y aumentar, pues en términos de magnitud, la mayor participación de los coches en la zona de la almendra se produce gracias a los viajeros que llegan desde la periferia por razones de trabajo o de compras.

Tabla 6.30: El tiempo de viaje (minutos) entre la almendra y la periferia de Madrid según la distancia de viaje y los modos en 1996

<i>Distancias (km)</i>	<i>Coche</i>	<i>Tte. Público</i>	Diferencia
Menos de 3	20,46	27,98	7,51
3 a 5	21,64	31,41	9,77
5 a 8	27,35	36,52	9,17
8 a 10	28,84	41,96	13,12
10 a 15	32,37	47,09	14,72
15 a 20 km	34,95	52,87	17,92
Más de 25	39,43		

Fuente: Elaboración propia

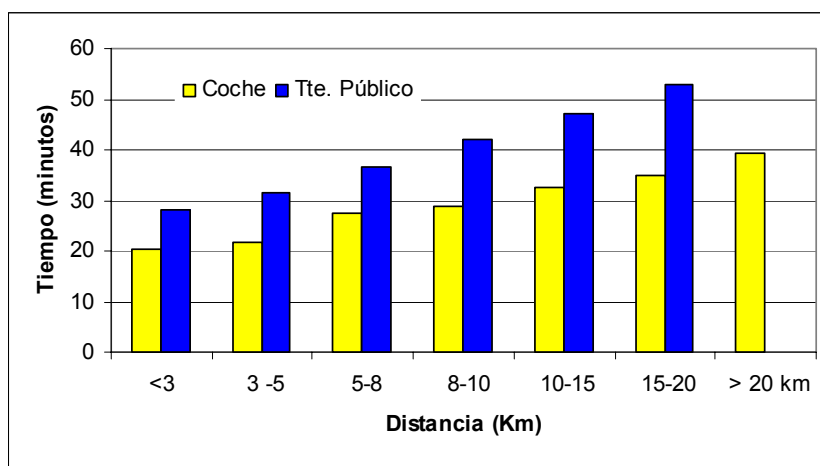


Figura 6.25: El tiempo de viaje de acuerdo con la distancia entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

6.2.3 Las distancias de viaje entre la almendra y las coronas externas a Madrid

Genéricamente se habla de metropolitano para referirse a los viajes hacia las zonas externas a Madrid, que se engloban en las coronas denominadas metropolitana y regional, pero en donde las magnitudes favorecen claramente a la primera de las dos. Como en el caso de la periferia, los modos de transporte público se han resumido en un único modo que compita con los coches y los resultados sobre la utilización, de acuerdo con la distancia, se muestran en la tabla 6.31 y en la figura 6.26.

Tabla 6.31: La magnitud de los viajes entre la almendra y las áreas metropolitanas de Madrid, de acuerdo con la distancia y el modo de transporte en 1996

<i>Distancias (km)</i>	<i>Coche</i>	<i>Tte. Público</i>	Total
10-15	10.551	25.345	35.896
15-20	37.604	49.514	87.117
20-30	102.590	129.229	231.820
30-40	88.650	109.508	198.158
> 40	55.560	49.488	105.048

Fuente: Elaboración propia

En este caso, se observa gran homogeneidad en la distribución de los desplazamientos entre el coche y el transporte público, a excepción de las distancias más largas, para las

cuales la demanda por el vehículo particular es mayor, corroborando lo expresado frente a la disponibilidad de transporte público en las zonas menos densas y la reducción de viajeros jóvenes y de tercera edad, que son los mayores demandantes de transporte público.

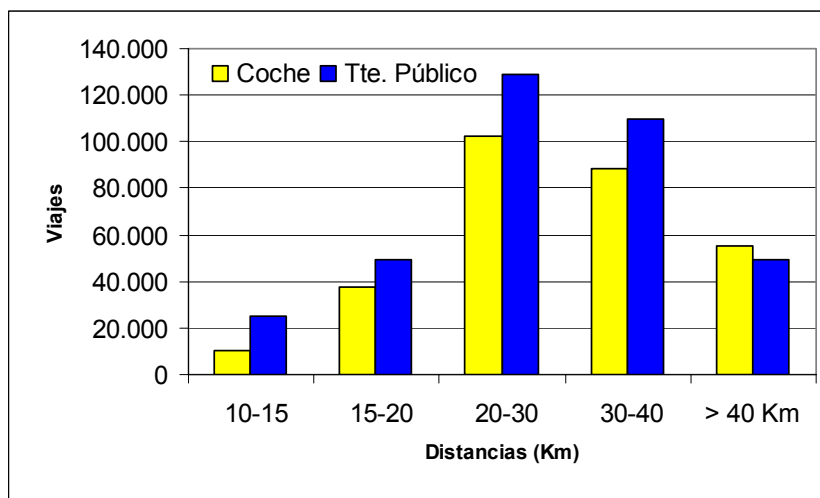


Figura 6.26: Distribución de viajes según la distancia entre la almendra y la corona metropolitana de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto a los tiempos de viaje y como se ve en la figura 6.27, el transporte público muestra valores de tiempo un 30% más altos que los del coche (52 minutos frente a 40 o menos). En este caso, se observan mayores dificultades para que se pueda presentar la transferencia, ya que además de esas diferencias, el presupuesto del tiempo de los viajeros no tiene márgenes significativos para crecer.

Ahora bien, el hecho de que en promedio los tiempos de viaje en coche sean menores, no significa que todos y cada uno de los desplazamientos empleen menos tiempo si se realizan en coche, sino que se presenta una amplia variabilidad de tiempos de acuerdo con los diferentes orígenes y destinos y las percepciones de los viajeros, como bien lo muestra la figura 6.28. Es posible que para muchos pares origen - destino, por la accesibilidad del transporte público, por las prioridades en el uso vial, por la gestión de tráfico y por la disponibilidad de aparcamientos, por ejemplo, los tiempos de viaje del coche sean iguales o superiores a los de los otros modos y por ende, sea posible realizar las transferencias sin penalizar a los viajeros en sus tiempos y en sus actividades.

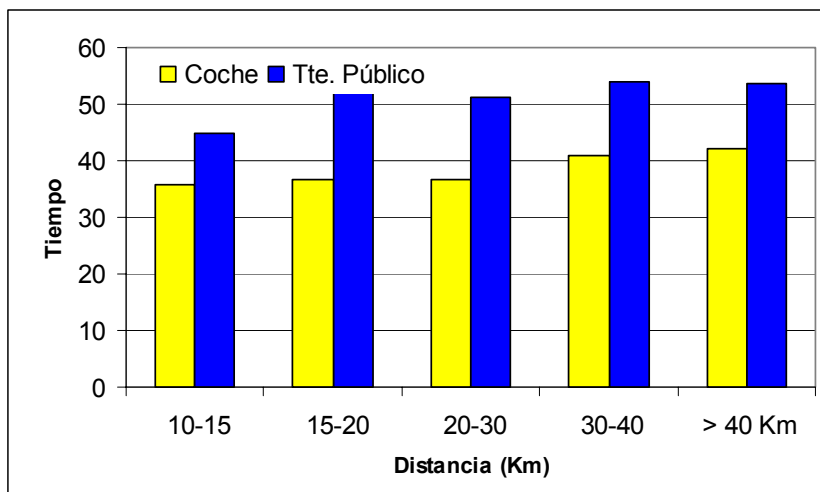


Figura 6.27: Tiempos de viaje según la distancia entre la almendra y la zona metropolitana en Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

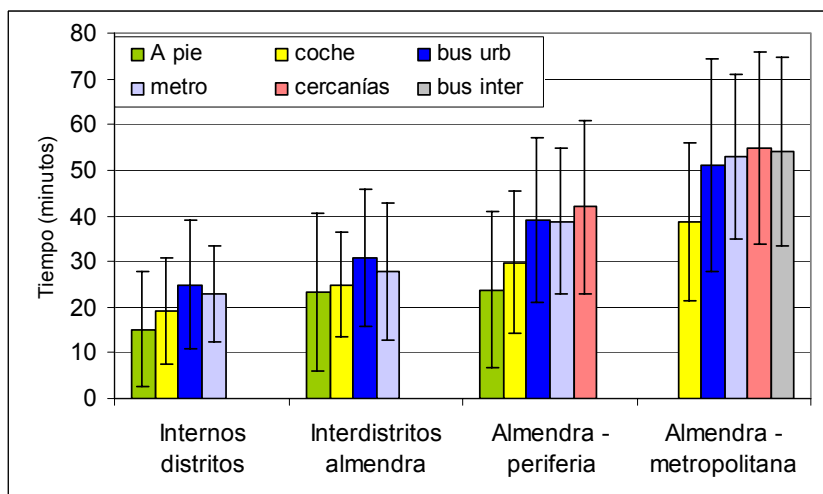


Figura 6.28: Los tiempos medios de viaje y su desviación estándar de acuerdo con el modo de transporte en la almendra de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia

Esa variabilidad de los datos es la que permite, hacer una comparación dato a dato para cada par origen - destino y comprobar si, desde el punto de vista de los tiempos de viaje, los modos alternativos son competitivos o no. Posteriormente se hará un

análisis que muestre la relación entre los aumentos en el tiempo dedicado al transporte, los presupuestos globales de tiempo y las potencialidades de transferencia. Los apartados siguientes se dedican a esas tareas.

6.3 APLICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ESTIMACIÓN DE LAS TRANSFERENCIAS POTENCIALES DESDE EL COCHE.

Entre los objetivos que se plantearon, se hizo referencia a sí en las condiciones vigentes, en una zona determinada como la almendra de Madrid, era posible realizar todos o parte de los desplazamientos que en la actualidad se realizan en coche, en modos alternativos “más sostenibles” sin que se incurra en tiempos adicionales y sin que fuera necesario que los usuarios cambiaran de actividades. Con la información obtenida, se hace a continuación una comparación para cada uno de los pares origen – destino y en el marco de las restricciones que se propusieron en la metodología.

Una vez realizada esa valoración se procede a cambiar la principal restricción, que es la limitación del tiempo, para considerar variaciones marginales en el presupuesto de tiempo de viaje y a determinar la magnitud de los efectos, de forma que a través de determinadas estrategias que hagan por ejemplo más lento el transporte en coche se consiga reducir su utilización, considerando siempre que existen modos alternativos pertinentes y, que en todo caso, hay un control del presupuesto de tiempo.

6.3.1 Estimación de transferencias bajo presupuestos constantes de tiempo

En primer lugar, se harán las estimaciones para cada uno de los modos alternativos de acuerdo con sus particularidades relacionadas con la autonomía modal, con la distancia, con la velocidad y con el tiempo de viaje. Se empezará con los modos de menor autonomía; los viajes que no sean susceptibles de transferencia, pasarán a ser evaluados desde el punto de vista del siguiente modo.

6.3.1.1 Cuantificación de transferencia de viajes en coche a viajes a pie

De acuerdo con las distancias y tiempos de viaje que se señalaron al final del tema anterior, los desplazamientos *a pie* son el modo que mejor compite en la almendra, pero

las distancias de la mayoría de esos desplazamientos, limitan el campo de actuación, por lo que debe considerarse para cada grupo de edad, hasta qué distancia se está dispuesto a caminar y qué tiempo máximo se dedicará a cada uno de los desplazamientos.

Se observa que el comportamiento respecto a la distancia y el tiempo que se está dispuesto a caminar, depende principalmente de dos factores: la edad del viajero y el motivo en el destino. De acuerdo al análisis de la información se encontró que, frente a los motivos no había diferencias significativas, como si ocurrieran en el caso de la edad, por lo que se decidió hacer una separación en tres grupos: los jóvenes, categorizados en la encuesta como aquellos con edades inferiores a 18 años, los adultos, para las edades entre 18 y 64 años, y los mayores, con edades superiores a 64 años. Las estadísticas correspondientes a cada grupo se presentan en la tabla 6.32.

Tabla 6.32: Características estadísticas de los viajes realizados *a pie* de acuerdo con la edad en la almendra de Madrid en 1996

	G1: Jóvenes		G2: Adultos		G3: Mayores	
	Distancia km	Velocidad km/h	Distancia km	Velocidad km/h	Distancia km	Velocidad km/h
Media aritmética	1,70	6,60	2,08	7,08	2,0	5,99
Mediana	1,24	5,16	1,47	5,88	1,3	4,62
Moda	0,50	3,00	0,50	3,00	0,50	3,00
Desviación Típica	1,3	4,3	1,7	4,5	1,8	4,2
Coef. de Variación	0,77	0,65	0,82	0,63	0,9	0,70

El coeficiente de variación muestra una dispersión significativa de los datos, que es típica en eventos relacionados con la modelización del transporte y, en particular, en variables como la distancia y el tiempo de viaje caminando. Por otra parte, de la comparación entre la media aritmética y la mediana se observa que los datos no responden a una distribución totalmente normal, por lo que se prefiere el uso de la mediana en todos los casos.

Para cada uno de los estratos se ha tomado a la mediana como parámetro límite, de forma que por ejemplo, no podría hacerse la transferencia del viaje de un señor de la tercera edad, cuando su distancia de viaje fuese superior a 1,3 km.

La comparación se realiza dato a dato, entre los tiempos de viaje reportados a través de la encuesta domiciliaria por los viajeros del coche y los tiempos en que incurriría ese mismo viajero, si decidiese o tuviese que trasladarse hasta su destino caminando.

Para el establecimiento de los viajes que son sujetos de transferencia desde el coche hasta el modo caminando, se han descartado los siguientes:

- Los viajes que se realizan en coche en el transcurso de la noche (10:00 p.m. a 06:00 a.m.), tanto por su impacto sobre la seguridad personal, que podría obligar a algunos viajeros a cambios de actividad o rutinas (no deseable), como por su baja incidencia sobre los flujos.
- Los viajes de acompañamiento, ya que tienen una finalidad específica que en muchas ocasiones está relacionada con personas con algún grado de discapacidad o vulnerabilidad para su desplazamiento caminando; dado que la encuesta no contempla la identificación precisa de esas personas, se descartan todos los viajes de acompañamiento.
- Los viajes que superen el límite de autonomía personal para el desplazamiento (distancia y tiempo). De esta manera y de acuerdo con la tabla previa se decidió que aquellos viajes en coche que superaran 1,5 kilómetros de viaje, no eran susceptibles de transferencia.

Los valores de viajes y viajeros-km potencialmente transferibles desde el coche a caminar se muestran a continuación en la tabla 6.33.

Tabla 6.33: Potencialidad de transferencia de los viajes en coche hacia el modo *a pie* en la almendra de Madrid en 1996.

Ítem	Valor	Participación
Viajes sujetos a posibles transferencias	31.050	17,2%
Viajes evaluados como potencialmente transferibles	16.197	9,0%
Viajes – km evaluados como potencialmente transferibles	14.052	2,6%

Fuente: Elaboración propia

De los más de 180.000 viajes en coche que se realizan al interior de la almendra, 31.000 son susceptibles de ser realizados caminando y de esos, 16.000 cumplen con los estándares de quienes se desplazan *a pie*, por lo que se cree que podrían transferir a ese modo sin que se vean afectados los viajeros en sus actividades cotidianas ni en sus presupuestos de tiempo de viaje. **Este valor representa el 9% de todos los viajes en**

coche que se realizan dentro de la almendra y que en promedio recorren distancias inferiores a 1,0 km.

Ahora bien, los demás viajes, que se consideraron susceptibles de realizarse caminando, pero en los cuales el tiempo de viaje del modo no es competitivo, harán parte de la segunda etapa, que permite evaluar la posibilidad de transferencia a otro modo de transporte, como la bicicleta o el transporte público.

En este caso, los viajes que se han contabilizado como potencialmente transferibles hacia la marcha *a pie* son aquellos en los que se ha observado que el coche no es competitivo desde el punto de vista de las distancias y de los tiempos de viaje actuales y que su utilización puede obedecer a lo que se denominan factores accesorios como hábitos, actitudes y percepciones.

Para que esas transferencias puedan realizarse son importantes las estrategias orientadas a una reducción de los espacios de estacionamiento, a la información sobre las bondades y necesidades de caminar, y a ofrecer vías peatonales amplias, cómodas, seguras y funcionales.

6.3.1.2 Cuantificación de las transferencias de viajes en coche a viajes en bicicleta.

Al margen de la realidad observada y con el propósito de mostrar la potencialidad de uso que tendría la bicicleta, se realiza un proceso de cuantificación tomando en cuenta los escasos datos que se recolectaron en la encuesta domiciliaria y usando parámetros de otras ciudades o referencias de carácter internacional.

De acuerdo con la encuesta domiciliaria de Madrid, menos del 0,03% de los desplazamientos se realizan en bicicleta y una proporción aún más baja que la señalada, se contabilizó al interior de la almendra de Madrid, que si nos atenemos a lo expresado por DeMaio y Gifford (2004), sería la zona ideal para usar esta clase de modo, por la densidad de la población y de las actividades y por las características topográficas e inclusive climáticas.

Si se caracteriza a los viajeros que utilizan la bicicleta en sus desplazamientos cotidianos en la ciudad, se encuentra que más del 75% eran hombres, que las edades están comprendidas entre los 25 y los 50 años, que en el 70% de los casos el motivo era trabajo y en el resto, estudio o compras, conformando así un perfil que es muy similar

al que se reconoce en el caso de los usuarios del coche, es decir que este tipo de usuarios se ajustaría muy bien para la transferencia.

Considerando la demanda marginal observada para este modo, la cuantificación y valoración de las potenciales transferencias tiene un papel puramente testimonial, con el que no se crean grandes expectativas, pero que podría ser de referencia para la implementación de estrategias en el largo plazo, que cambien ese panorama

En cuanto a la definición de los parámetros que se consideran para la transferencia, se ha hecho uso de algunas referencias internacionales, dada la baja disponibilidad de datos locales, así:

- Perfil de los viajeros: Hombres y mujeres entre los 18 y 50 años (I-CE, 2000), es decir, los que son considerados como la población económicamente activa. Se ha ampliado la base en el extremo inferior, por considerar que los jóvenes de entre los 18 y los 25 años, cumplen perfectamente con las características físicas para el uso de este modo, sus desplazamientos son en general de corta distancia y tienen una baja disponibilidad de coches.
- Distancia típica: Se usará como límite superior un valor de 3,5 km, que es compatible con referencias internacionales como DeMaio y Gifford (2004), Litman (2004b), I-CE (2000) o de estadísticas como las de la encuesta de transporte de Gran Bretaña 98/2000, en contra de otras como Bonnel et al. (2002), que recomienda distancias superiores a 6,0 km/h.
- Velocidad: Depende de las características de las vías o pistas para bicicletas, de la gestión del tráfico (tiempo en intersecciones) y de la topografía. De acuerdo con algunos referentes como Litman (2004b) y Bonnel et al. (2002), el valor que se ha decidido utilizar es el de 9,0 km/h, que para las zonas densas y con intersecciones frecuentes es un valor que duplica la velocidad de los peatones y se acerca a la de los modos motorizados.

Los resultados de las potenciales transferencias hacia la bicicleta dentro de la almendra y en relación con la periferia se muestran en la tabla 6.34. En este caso y según las magnitudes de cambio potencial, uno de cada dos viajes de los evaluados son susceptibles de ser transferidos a la bicicleta, lo cual, a pesar de la baja velocidad que se le asigna a este modo, muestra su capacidad de competencia en las áreas densas.

Tabla 6.34: Potencialidad de transferencia de los viajes en coche hacia la bicicleta en la almendra de Madrid en 1996.

Ítem	En Almendra		Almendra-periferia	
	Valor	%	Valor	%
Viajes sujetos a posibles transferencias	36.235	20,0	8.672	1,9
Viajes evaluados como potencialmente transferibles	18.848	10,4	5.080	1,1
Viajes – km evaluados como transferibles	50.330	9,1	14.503	0,4

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, dada la distancia media de viaje (3,5 km), que se puede considerar como un parámetro conservador pero acorde con la baja demanda experimentada en Madrid, la cantidad de viajes que ha sido sometidos a evaluación, representan apenas el 20% de los que se realizan en coche dentro de la almendra y menos del 2% de los viajes que se intercambian con la periferia, cifras relativamente pequeñas pero que representan más de 50.000 viajes – km en coche.

En cuanto a los desplazamientos relacionados con la corona metropolitana, no se contabilizan transferencias potenciales por dos razones: las distancias superan los límites impuestos a la bicicleta y porque no se cuenta con una infraestructura mínima que permita realizar esos desplazamientos con seguridad.

En resumen, dados los parámetros establecidos de distancia máxima y velocidad, que pueden considerarse como muy conservadores y que incluso ambos podrían duplicarse, **son susceptibles de transferencia hacia la bicicleta, el 10% de los viajes que se realizan en coche en la almendra y el 1% de los viajes que se realizan en coche entre la almendra y la periferia.**

6.3.1.3 Cuantificación de transferencia de viajes en coche a transporte público.

Entre las razones que se argumenta para no utilizar el transporte público, se hace mención principal en el caso de la almendra, al tiempo de viaje, argumento que crece en la medida en que los desplazamientos son más largos. Otra razón es la falta de comodidad del transporte público, que se percibe como muy subjetiva.

En ese ámbito, dada la variabilidad a nivel de los diferentes pares origen – destino, se comparan los tiempos de viaje reportados por los usuarios del coche frente a los

tiempos que se emplean en esos mismos pares origen – destino, pero a bordo del transporte público.

Para la comparación y determinación de las posibles transferencias, se sigue un procedimiento similar al de los viajes *a pie* o en bicicleta, sustrayendo todos aquellos movimientos que por razones de seguridad o por las características de los viajeros o de los motivos, no son susceptibles de transferencia.

La comparación básica inicial se realiza para cada uno de los pares origen – destino en los que se detectaron viajes en coche, de forma que se pueda establecer la magnitud de los viajes que serán objeto de evaluación:

- Validación de la hora de desplazamiento: Sólo serán transferibles los viajes que se realicen entre las 06:00 y las 22:00 horas.
- Validación del motivo de viaje: sólo serán transferibles los viajes diferentes a los motivados por acompañamiento de otro viajero o gestiones.
- Comprobación de que ese desplazamiento no ha sido valorado como potencialmente transferible a otro modo como la bicicleta o la marcha *a pie*.
- Validación de origen y destino: Sólo serán transferibles los desplazamientos para los que exista una alternativa verdadera de desplazamiento en transporte público. Es decir, que de acuerdo con el modelo, cuenten con líneas de transporte público.

A los viajes que cumplan con los requisitos anteriores se les somete a una valoración de la potencialidad de transferencia mediante la comparación de los tiempos de viaje manifestados y de los modelizados de la siguiente forma:

- Para cada uno de los viajes en coche, se identifica el tiempo que se manifestó en la encuesta, recordando que ese es un tiempo puerta a puerta entre el origen y el destino.
- Estimación de los tiempos de viaje en transporte público entre el origen inicial y el destino final (puerta a puerta). En este caso, se recurre a la modelización que bajo EMME/2 se ha hecho del transporte público de la región, de acuerdo con la cual se puede establecer cada una de las componentes del viaje (tiempos de acceso, espera, a bordo, de trasbordo y de dispersión hacia el destino).
- Comparación entre los valores del tiempo y decisión sobre la potencialidad de transferencia o no.

En este caso no existe la restricción de la autonomía de viaje (distancias y tiempos de viaje máximos) y la transferencia se considera posible si los tiempos de viaje manifestados para el transporte en coche, son superiores a los modelados para el transporte público. Esta actividad se realiza tanto para los viajes dentro de la almendra, como para los que se realizan entre ésta y la periferia o la corona metropolitana.

En la tabla 6.35 se observan los viajes estimados como potencialmente transferibles al transporte público para cada una de las zonas descritas, una vez se han estimado las transferencias hacia los modos no motorizados, a que se acaba de hacer referencia.

De acuerdo con esos resultados, uno de cada tres viajes-km son susceptibles de ser transferidos al transporte público en la almendra, que equivale a más del 17% de los desplazamientos que se realizan con origen y destino en dicha corona. Aunque la cifra es importante, su impacto no es tan significativo como el que pueden tener los viajes de la periferia o de la corona metropolitana ya que son vehículos que recorren distancias cortas y que, en general, permanecen en la almendra independientemente de que se usen o no.

Tabla 6.35: Los viajes y viajeros-km transferibles al transporte público de acuerdo con el tiempo total de viaje en la almendra

<i>Área de Interés</i>	<i>Viajes transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>	<i>Viajes-km transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>
Dentro de la almendra	29.801	17%	180.769	33%
Almendra - Periferia	90.868	20%	826.432	21%
Almendra - Metropolitana	7.553	3%	141.182	2%
Total	128.222	13,6%	1.148.383	10,3%

Fuente: Elaboración propia.

El impacto más relevante, como lo señalan las cifras de kilómetros, es el que se observa con respecto a los viajes entre la almendra y la periferia, pues un 20% de los desplazamientos y de los kilómetros recorridos en coche, podrían transferirse al transporte público, con las connotaciones económicas y ambientales que eso significa.

Finalmente, en el caso de los viajes entre la almendra y la corona metropolitana, el procedimiento de estimación arrojó resultados que en términos relativos muestran una baja posibilidad de transferencia (apenas el 3% de los viajeros), pero cuyo valor en términos absolutos es muy cercano al estimado para las trasferencias de la almendra y, en este caso, como en el de la periferia, sería un flujo de vehículos que no usaría el viario, ni aparcaría en la almendra. La baja transferencia se debe a que en el ámbito

interurbano el vehículo privado encuentra unas condiciones más adecuadas en términos de tiempo y de conveniencia (bajas densidades y bajas frecuencias del transporte público).

6.3.1.4 Síntesis de las transferencias de viajes en coche a los modos alternativos.

A continuación, se muestra la transferencia potencial de viajes (tabla 6.36), que dadas las características actuales del sistema del transporte, serían susceptibles de cambiarse desde el coche a los otros modos, sin que se vean afectadas las actividades o el tiempo de viaje.

Tabla 6.36: Potencialidad de transferencia desde el coche a los modos alternativos en viajes en la almendra de Madrid en 1996 (sin cambios en el tiempo de viaje)

Área de Interés	A pie		Bicicleta		Transporte Público		Transferibles	
	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km
En la almendra	16.197	14.052	18.848	50.330	29.801	180.769	64.846	245.151
Almendra - Periferia			5.080	14.503	90.868	826.432	95.948	840.935
Almendra - Metrop.					7.553	141.182	7.553	141.182
Total	16.197	14.052	23.928	64.833	128.222	1.148.383	168.347	1.227.268

Fuente: Elaboración propia

Conservando inalterado el presupuesto de viaje individual, se ha estimado que existe una potencialidad de transferencia desde el coche hasta los modos alternativos disponibles en la almendra de unos 168.000 viajes que equivalen a **un 18% de los desplazamientos en coche** y a un 11% de los viajes - km (1.227.268) y que **de esos viajes, un 75% se podría transferir al transporte público, un 15% a la bicicleta y un 10% se podría realizar a pie.**

6.3.2 Estimación de transferencias desde el coche bajo el supuesto de incrementos en los presupuestos individuales de tiempo

Es posible hacer más competitivos los modos de transporte que se han evaluado como sostenibles a costa de ralentizar a los demás modos. Si se consideran estrategias como las de reducir la velocidad de desplazamiento en determinadas zonas o vías, las de

reducir el número de aparcamientos disponibles para visitantes, las de hacer gestión de tráfico que priorice al transporte público y, por tanto, aumente el tiempo de los vehículos privados, entre otras, se estará afectando el presupuesto de tiempo de viaje de los usuarios de los vehículos particulares y será más probable conseguir transferencias hacia esos modos.

Con ese fin, se estima el tiempo de viaje promedio empleado en Madrid (de acuerdo con la corona de residencia y según edad y actividad) y se contrastan con los presupuestos, que algunos autores aducen como universales y que fijan en alrededor de 1,2 horas/día (Zahavi and Ryan, 1980; Schafer and Victor, 2000; Balcombe et al, 2004), para valorar si aún existe margen para realizar incrementos de sus tiempos. Si esto es posible, se procederá a aplicar dichos incrementos y a cuantificar nuevamente las potencialidades de transferencia.

En este segundo caso, de aumentos en los tiempos de viaje de los usuarios del coche, se estimarán las potencialidades de transferencia exclusivamente para el transporte público, por las limitaciones de ámbito espacial y temporal a que están sometidos los otros modos.

De acuerdo con la hipótesis de que existe un tiempo fijo que los usuarios dedican a los desplazamientos y tomando en cuenta la matriz completa de los viajes de Madrid, se ha estimado para cada uno de los grupos de edad y de acuerdo con su actividad, cuál es el tiempo que le están dedicando al transporte. Una síntesis de los tiempos medios de los viajeros y del número de desplazamientos diarios se muestra en las tablas 6.37 y 6.38. La segunda se ha construido a partir de la encuesta domiciliaria y de la información sobre la población residente en cada corona (la tasa media de viajes de los jóvenes en la corona metropolitana se observa como diferente a los de su clase).

Tabla 6.37: Tiempo medio por desplazamiento de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996 (minutos).

	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	Total
Jóvenes	19,96	19,16	23,39	19,93
Adultos	27,19	31,51	29,85	29,88
Mayores	24,08	27,73	22,68	25,50
Promedio	25,71	29,06	28,94	28,13

Tabla 6.38: Número medio de desplazamientos diarios de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996

	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	Total
Jóvenes	2,3	2,26	1,18	1,64
Adultos	2,3	2,12	2,34	2,29
Mayores	1,6	1,41	1,46	1,50
Promedio	2,1	2,03	1,95	2,08

De acuerdo con las tablas anteriores, el tiempo diario que la población de Madrid le dedicaría al transporte, se calcula multiplicando el tiempo medio de viaje por el número medio de desplazamientos diarios, cuyo resultado se observa en la tabla 6.39.

Tabla 6.39: Tiempo medio diario de viaje de los habitantes de Madrid de acuerdo con la corona de residencia en 1996 (minutos).

	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	Total
Jóvenes	45,92	43,31	27,60	32,66
Adultos	61,51	66,91	69,87	68,55
Mayores	38,31	38,97	33,15	38,27
Promedio	54,44	58,98	56,47	58,36

En promedio, la población le dedica aproximadamente una hora al transporte, pero los jóvenes y los mayores dedican menos tiempo, considerando que realizan menos viajes y los hacen a distancias menores (alrededor de 35 minutos diarios). La población económicamente activa es la que más dedica tiempo al transporte, con 68,6 minutos/día o lo que es lo mismo, 1,14 horas, que duplica el caso de los grupos anteriores.

Ahora bien, si la valoración se hace de forma más específica y se consideran solamente los usuarios del coche, que es, el tipo de desplazamientos que se quiere identificar como susceptible de transferencia, los resultados son los que se observan en la tabla 6.40. En este caso, la referencia a jóvenes y a mayores tiene que ver, en gran parte con los desplazamientos que se realizan en coche como acompañantes, que también son parte de la contabilidad de viajeros objeto de transferencia.

Tabla 6.40: Tiempo medio diario de viaje de los habitantes de Madrid que viajan en coche de acuerdo con la corona de residencia en 1996 (minutos).

	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>
Jóvenes	59,22	51,95	39,76
Adultos	63,30	61,62	86,59
Mayores	44,62	40,02	53,11
Promedio	59,05	58,36	71,94

Los resultados señalan que, tanto los residentes en la almendra como los de la periferia podrían aún incrementar su tiempo de viaje. No sucede así en el caso de la corona metropolitana para la población económicamente activa, cuyo tiempo supera con creces los de las otras coronas (40% más que la periferia o la almendra) y por tanto, no son susceptibles de incrementos en sus tiempos de viaje. De todas maneras, y a pesar de los aumentos de la velocidad, este es uno de los resultados de la dispersión de la población. En las tablas 6.41 y 6.42 se muestra la potencialidad de transferencia de viajes, considerando un aumento de los tiempos entre un 10 y un 20% respectivamente.

Tabla 6.41: Potencialidad de transferencia del coche al transporte público aceptando un incremento del 10% en el tiempo de viaje en coche

<i>Área de Interés</i>	<i>Viajes transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>	<i>Viajes-km transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>
Dentro de la almendra	38.899	22%	241.321	44%
Almendra – Periferia	127.336	27%	1.206.465	31%
Almendra – Metropolitana*	7.553	3%	141.182	2%
Total	173.788	18%	1.588.968	14%

* En el caso de la corona metropolitana, no se ha aplicado el cambio por el presupuesto de tiempo

Por tanto, aumentando el tiempo de viaje de los coches a través de medidas como la gestión de los aparcamientos, la velocidad máxima o la prioridad en las intersecciones, por ejemplo, es posible poner al transporte público en un nivel importante de competitividad que, como se acaba de observar, incrementa la potencialidad de transferencia global en más de un 50% con respecto a la inicialmente observada para este modo. Estos cambios en los presupuestos de viaje supondrían incrementos de alrededor de cinco minutos en promedio por desplazamiento.

Tabla 6.42: Potencialidad de transferencia del coche al transporte público aceptando un incremento del 20% en el tiempo de viaje en coche

<i>Área de Interés</i>	<i>Viajes transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>	<i>Viajes-km transferibles</i>	<i>Participación en el área</i>
Dentro de la almendra	48.919	27%	313.281	57%
Almendra – Periferia	157.459	34%	1.485.532	38%
Almendra – Metropolitana*	7.553	3%	141.182	2%
Total	213.931	23%	1.939.995	17%

* En el caso de la corona metropolitana, no se ha aplicado el cambio por el presupuesto de tiempo

Los resultados económicos y ambientales de inducir ese cambio y, por ende, las razones que desde el punto de vista de la sociedad, justifican el que se pongan en marcha estrategias con ese propósito, se muestran en la sección siguiente.

6.4 LOS IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS DE LAS TRANSFERENCIAS

El propósito de este apartado es calcular los indicadores de costes socio-económicos y ambientales para el caso de la almendra, a partir de las referencias y procedimientos descritos en el capítulo cuatro.

6.4.1 Los costes del vehículo privado

6.4.1.1 Costes de operación o explotación

Tomando en cuenta únicamente los valores más relevantes se hace mención a los costes de combustibles, de lubricantes, al mantenimiento y reparaciones, al aseguramiento y a los costes de capital.

Para el cálculo de los costes de los combustibles se ha partido de las funciones de consumo de la metodología COPERT III (EEA, 2000b), con las cuales se ha construido una curva envolvente (figura 6.29), que toma en cuenta las diferentes tipologías de vehículos y su participación en la ciudad de Madrid, y que permite estimar el consumo medio de acuerdo con las velocidades de desplazamiento.

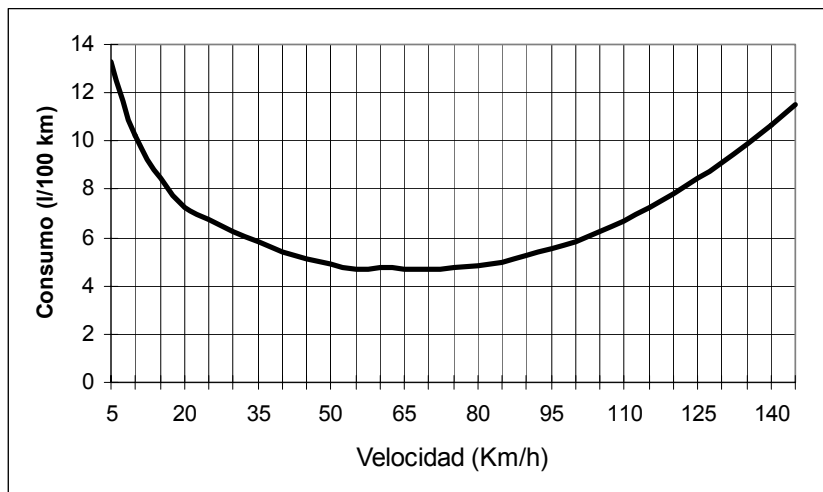


Figura 6.29: El consumo de combustibles de acuerdo con la velocidad de los coches en Madrid
Fuente: Elaboración a partir de COPERT III (EEA, 2000b).

El coste de los combustibles en 1996, de acuerdo con la Agencia Tributaria de España (2005), es el que se señala en la tabla 6.43 en euros y discriminados por tipo y de acuerdo con los impuestos especiales e IVA.

Tabla 6.43: Coste de los combustibles de automoción en España en 1996 (€/litro)

Combustible	Gasolina 95	Gasóleo
Precio	0,689	0,546
IVA	0,095	0,075
Impuesto especial de hidrocarburos	0,365	0,265
Coste Económico	0,229	0,206

Los valores de consumo y coste para cada uno de los ámbitos geográficos son los que se muestra en la tabla 6.44, teniendo en cuenta que la velocidad media se ha establecido a partir de la ponderación de las velocidades por los tráficos de cada uno de los sectores o ámbitos a que se ha venido haciendo referencia (viajeros - km) y que la proporción de vehículos de acuerdo con el tipo de combustibles en la Comunidad de Madrid en 1996 era de 84% para gasolina y 16% para diesel. En el caso de los lubricantes y siguiendo la recomendación del Ministerio de Fomento (1996), se estimó su participación como proporción de los costes de los combustibles (12%).

Tabla 6.44: Indicadores de velocidad y de costes de combustibles y lubricantes en los viajes en coche relacionados con la almendra de Madrid en 1996.

<i>Ámbito espacial</i>	<i>Velocidad km/h</i>	<i>Consumo de combustible Litros/100 km</i>	<i>Coste combustible €/vehículo-km</i>	<i>Coste lubricantes €/vehículo-km</i>
Dentro de la almendra	19,7	7,3	0,01643	0,00020
Almendra – Periferia	27,1	6,6	0,01485	0,00018
Almendra – Metropolitana	37,3	5,6	0,01260	0,00015
Promedio	32,8	6,0	0,01350	0,00016

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se ha establecido un valor que puede considerarse representativo de los costes de carburantes para los viajes dentro de la almendra y para los que se realizan entre esta y las otras coronas de la Comunidad de Madrid.

Para el cálculo de los costes económicos relacionados con el consumo de neumáticos y el mantenimiento y las reparaciones, se han seguido las recomendaciones del Manual de inversiones de transporte en ciudades del Ministerio de Fomento (1996), de acuerdo a como se describió en el capítulo cuarto. Los resultados en esos dos temas, se muestran en la tabla 6.45.

Tabla 6.45: Los costes de neumáticos, mantenimiento y reparaciones de los coches en la almendra de Madrid en 1996 (excluidos los impuestos)

<i>Ámbito espacial</i>	<i>Coste de neumáticos €/Vehículo-km</i>	<i>Coste mantenimiento y reparac. (€/veh-km)</i>
Dentro de la almendra	0,0047	0,0279
Almendra – Periferia	0,0047	0,0242
Almendra – Metropolitana	0,0031	0,0211
Promedio	0,0038	0,0223

* El precio medio de los neumáticos en 1996 sin impuestos era de 58,76 €/u.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Fomento (1996)

En cuanto a los que se han denominado como otros costes directos y que, en este caso, se refieren a los peajes y al aparcamiento, para el periodo de interés no existían aún las radiales de peaje y los costes de aparcamiento que se aplicaban eran valores marginales, ya que más del 75% de los aparcamientos eran libres o gratuitos, como se puede ver en la tabla 6.21 previa. Sólo se tendrán en cuenta desde el punto de vista cualitativo al hacer referencia a la ocupación del espacio.

Los otros costes a considerar desde el punto de vista privado, son los indirectos, es decir, los de capital (depreciación y coste de oportunidad de las inversiones) y los de aseguramiento. Los cálculos tienen que ver con el valor de adquisición, con la pérdida de valor por el paso del tiempo o la obsolescencia, con la rentabilidad media de las inversiones, con el coste de las primas de aseguramiento y por supuesto, con el recorrido medio anual de cada vehículo.

Para el cálculo de los costes de capital por amortizaciones se han utilizado los siguientes valores y fuentes:

Recorrido medio anual:	5.550 km	Guerrero (2003) y estimación propia
Vida útil vehicular:	10 años	Según el Ministerio de Fomento (1996)
Valor reventa a 10 años	15%	De acuerdo con ATM (2000)
Precio de adquisición:	10.448 €	A partir de Guerrero (2003)

Frente a los costes de oportunidad relacionados con el capital que se destina a la adquisición de vehículos y que se deja de usar para otras alternativas, se ha considerado conveniente aplicar el valor medio del coche a los cinco años (valor de adquisición antes de impuestos, menos la depreciación acumulada que en cinco años de acuerdo con el estudio de la ATM es del 50% del valor de adquisición) y la rentabilidad de inversiones seguras, como por ejemplo, las letras del tesoro, que para 1996 ofrecían una tasa de interés media anual del 5,8% de acuerdo con los estudios especiales de deuda pública del Banco de España.

El tercer elemento, el del aseguramiento, se relaciona con los anteriores en cuanto a que es un valor que se consume independiente del recorrido de vehículo y que intenta proteger el capital y cubrir los daños y perjuicios a los bienes y a la integridad personal de terceros por la eventualidad de accidentes que se produzcan como consecuencia del transporte. En este caso, el coste correspondiente debe ser el valor medio de las primas de aseguramiento antes de impuestos, que para el caso de Madrid y a partir de los datos de UNESPA se estimó en 310,93 € anuales para 1996. Los datos correspondientes a esta partida y a los costes de capital, se relacionan en la tabla 6.46, que como se observa no están referidos a un ámbito espacial en particular, por la propia característica de ser independientes del kilometraje recorrido.

Tabla 6.46: Costes de capital y aseguramiento de los vehículos privados en Madrid en 1996.

<i>Costes indirectos</i>	<i>Base de cálculo</i>	<i>Período de referencia</i>	<i>Coste (€/vehículo-km)</i>
Amortizaciones	10.448,0 €	10 años	0,1600
Rentabilidad perdida	5.224,0 €	Anual	0,0546
Aseguramiento	310,9 €	Anual	0,0560

De esta forma, los costes de carácter económico en que se incurre por la utilización del coche y valorados desde el punto de vista de la sociedad, son los que se relacionan en la tabla 6.47, de acuerdo con los cuales, el peso más significativo se asocia con los que se han denominado como costes indirectos en los que se incurre cuando se decide la adquisición del coche o cuando se realiza el abono de la prima de aseguramiento, pero que, en general, no afectan las decisiones cotidianas de viaje.

A pesar de las diferencias en la velocidad de los desplazamientos en las zonas en que se analizan los viajes, las magnitudes de los costes económicos presentan cambios insignificantes. Esto se asocia con el peso que tienen los costes fijos (capital y aseguramiento) frente a los costes variables.

Tabla 6.47: Los costes de carácter económico de los vehículos privados en la almendra de Madrid en 1996 (€/vehículo - km)

	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra - Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>General</i>
Combustibles	0,0164	0,0149	0,0126	0,0135
Lubricantes	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Neumáticos	0,0047	0,0047	0,0031	0,0038
Mantenimiento y Rep.	0,0279	0,0242	0,0211	0,0223
Amortizaciones	0,1600	0,1600	0,1600	0,1600
Coste Rentabilidad	0,0546	0,0546	0,0546	0,0546
Aseguramiento	0,0560	0,0560	0,0560	0,0560
Costes Económicos	0,31983	0,31453	0,30755	0,31036

6.4.1.2 Coste de las infraestructuras

El coste de las infraestructuras tiene dos componentes, la primera de ellas se entiende como el coste del deterioro que sufren por el uso, por el paso del tiempo o por la

obsolescencia, es decir, la depreciación o consumo de capital. La segunda se refiere a todos los gastos en que es necesario incurrir para conservar esas obras en un estado tal que permitan la circulación con seguridad y eficacia.

Los costes de conservación pueden conocerse a través de los informes estadísticos y contables de las entidades encargadas de su gestión; en cuanto a la depreciación o pérdida de capital, subsisten mayores dificultades relacionadas con los procedimientos de actualización del stock de capital. A partir de las estadísticas del Ministerio de Fomento sobre las inversiones en nueva infraestructura y gastos de conservación en la Comunidad de Madrid, los costes del viario local de la ciudad de Madrid y las síntesis realizadas por Guerrero (2003) en ese mismo tema, se estableció para 1996 que los consumos netos de capital ascendían a 120,4 millones de euros y que los gastos de conservación anual eran de 49,3 millones de euros, ambos antes de impuestos.

Ahora bien, para el cálculo de las imputaciones por el uso de las infraestructuras viales, se recurre a equivalencias entre modos de transporte para asignar a cada uno la parte de responsabilidad que les corresponda por la ocupación espacial y por el impacto sobre la infraestructura. Los resultados, que se observan en la tabla 6.48, señalan las imputaciones para cada tipo de vehículo, de acuerdo con lo expresado en el capítulo cuarto y teniendo en cuenta los flujos vehiculares correspondientes.

Tabla 6.48: El coste de uso de la infraestructura carretera de acuerdo con el tipo de vehículo en la Comunidad Autónoma de Madrid en 1996 (Euros)

	<i>Equivalencia espacial</i> (turismos)	<i>Peso Medio</i> (t)	<i>Veh-km</i> (millones)	<i>Coste Global</i> €/año	Coste €/veh-km
Turismos	1,0	1,13	12.920	73.452.901	0,0057
Motos	0,5	0,22	315	811.273	0,0026
Furgonetas	1,5	1,46	3623	30.237.019	0,0083
Autobuses	3,0	8,90	645,6	13.765.522	0,0213
Camiones	4,3	16,38	1540	51.385.477	0,0334
Total			19.043	169.652.192	0,0089

Fuente: Elaboración propia a partir del Ministerio de Fomento (2003) y Guerrero (2003)

En este mismo apartado es posible conocer el coste de las infraestructuras para otros modos diferentes al coche particular, como los autobuses, o el coste de las bicicletas (como proporción de los costes de los turismos, dado el uso de la calzada), que son objeto de consideración más adelante.

6.4.1.3 Coste del tiempo de viaje.

El tiempo de viaje ha sido considerado como uno de los factores más importantes en las decisiones sobre la realización de viajes y sobre la elección del modo de transporte.

En el caso particular de los viajes relacionados con la almendra de Madrid, se han hecho estimaciones para los tres ámbitos espaciales, como consecuencia de las diferentes velocidades. Se recalca que esos tiempos son para los pares origen – destino verdaderos y que incluyen sin discriminación las diferentes componentes del tiempo en que se haya incurrido, independientemente del tiempo a bordo (la velocidad de los desplazamientos no tienen porqué coincidir con la velocidad de los vehículos).

Para la valoración del tiempo de viaje se utiliza el valor de 4,8 €/hora que fue el valor medio estimado para la Cuenta Socioeconómica de Madrid (Guerrero, 2003), que es una cifra que toma en cuenta el contexto económico en el que se realiza el estudio, que es conservador en la medida en que valora igual las diferentes componentes del viaje y que está en consonancia con otras referencias de carácter nacional como el Ministerio de Fomento (1996) y la ATM (2000) o internacionales como Waters (1994) o el grupo consultor INFRAS&IWW (Schreyer, 2004), que ofrecen valoraciones marginalmente superiores para viajes en entornos similares.

Los resultados se presentan en la tabla 6.49 y, toman en cuenta además, la tasa de ocupación media, que ha sido estimada gracias a la diferenciación de los usuarios del coche entre viajeros como conductor o como acompañante (CRTM, 1998).

Se observa así la penalización que, en términos de tiempo, sufren las zonas más densas (baja velocidad, necesidad de dar rodeos para acercarse al destino y dificultad para estacionar), pero estos mayores costes se ven compensados para todos los usuarios con distancias de recorrido más cortas. Los resultados corroboran la importancia que se le ha dado al tiempo y al contexto espacial en el que se da la movilización.

Tabla 6.49: Costes del tiempo en los viajes en coche relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€)

<i>Valoración tiempo de viaje</i>	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra – Periferia</i>	<i>Almendra – Metropolitana</i>	<i>General</i>
Tasa ocupación media	1,27	1,23	1,21	1,23
Coste por viajero – km.	0,6033	0,2926	0,1322	0,2603
Coste por vehículo – km.	0,7662	0,3599	0,1599	0,3201

Fuente: Elaboración propia

6.4.1.4 Las Externalidades

Aplicando los valores descritos en el capítulo cuarto y haciendo énfasis en que el ámbito de este trabajo es la zona urbana densa y que los valores de coste que mejor se adaptan son los de carácter marginal (Schreyer, et al, 2004), en la tabla 6.50 se presentan los resultados correspondientes, destacando que no ha sido posible una mayor desagregación desde el punto de vista espacial.

Tabla 6.50: Los Costes externos del coche en la almendra de Madrid en 1996

<i>Externalidad</i>	<i>Coste (€/veh-km)</i>	<i>Coste (€/viajero-km)</i>
Accidentalidad	0,0278	0,0226
Cambio Climático**	0,0424	0,0344
Contaminación Ambiental	0,0176	0,0143
Ruido	0,0174	0,0141
Efecto barrera	0,0151	0,0123
Total costes externos	0,1203	0,0978

** En este caso se ha usado el escenario de mayor impacto (140 €/Ton CO₂)

Fuente: Elaboración propia a partir de Schreyer et al. (2004)

6.4.1.5 Costes totales del coche particular.

Un resumen de las partidas más importantes de coste para el vehículo particular en los desplazamientos relacionados con la almendra, se muestra en la tabla 6.51. Los costes monetarios de explotación son similares a los costes de tiempo, y entre los dos suman más del 80% del total. En cuanto a los costes externos, que por supuesto, no están pagando los viajeros, representan el 15,9% del valor total, cifra que es muy significativa y que debe intentar internalizarse.

Tabla 6.51: Los costes del coche en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996. (€/viajero – km)

	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra – Periferia</i>	<i>Almendra – Metropolitana</i>	<i>Costes promedio</i>	<i>Participación Media (%)</i>
Costes de operación	0,25183	0,25572	0,25417	0,25233	41,03
Infraestructuras	0,00449	0,00463	0,00471	0,00463	0,75
Costes de Tiempo	0,60331	0,29260	0,13215	0,26024	42,32
Total costes externos	0,09472	0,09780	0,09942	0,09780	15,90
Total Costes del Coche	0,95435	0,65076	0,49045	0,61501	100,00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, puede verse la influencia que tiene el tiempo de acuerdo a la zona en donde se realiza el desplazamiento y que hace que los costes totales por kilómetro sean aproximadamente el doble dentro de la almendra, que en su relación con la corona metropolitana.

6.4.2 Los costes del transporte público

Se hace referencia a los modos que tienen la mayor demanda en la almendra y en las relaciones de ésta con las otras coronas, es decir autobús y Metro. En algunos casos se habla genéricamente del transporte público resaltando que el sistema funciona bajo un esquema de integración tarifaria e inclusive operacional, aportando además a los usuarios mayores frecuencias y por ende menores tiempos de viaje.

Como en el caso de los automóviles, se intenta dividir las cuantificaciones de acuerdo con el tipo de costes. En el caso de los de explotación, el procedimiento difiere significativamente del que se utiliza para el coche, pues los operadores disponen de estadísticas detalladas sobre los valores en que se incurre en cada una de las variables.

6.4.2.1 Costes de operación o explotación

En el transporte público hay una diferencia sustancial con respecto al transporte en coche, ya que los costes de explotación, que se han considerado como valores directos asociados con la prestación del servicio y por lo tanto variables, en este caso y dadas las políticas asociadas con la regularidad y confiabilidad de los servicios, pasan a ser valores constantes o fijos, es decir que independientemente de las demandas de los

usuarios, los servicios deben ser ofertados. Lo interesante es que si el sistema cuenta con capacidad, como de hecho sucede especialmente fuera de las horas de máxima demanda, la transferencia desde otros modos no afecta los costes totales del transporte público.

Como se ha mencionado, tanto para los autobuses urbanos, como para el Metro, el Consorcio de Transportes (CRTM, 1997; CRTM, 2004) y el Ministerio de Fomento (1997, 2004), ofrecen información periódica sobre los costes de prestación del servicio; en el caso específico de los costes del aseguramiento (que no se mencionan en estas estadísticas), se ha recurrido a los indicadores utilizados para determinar la cuenta del transporte de viajeros de Barcelona (ATM, 2000).

Para el cálculo de los costes por viajero-km, se ha tomado en cuenta la ocupación media de los vehículos, de acuerdo con los valores que sobre oferta y demanda se presentaron en el capítulo cinco. En las tablas 6.52 y 6.53 se observan las cifras correspondientes a esos dos modos de transporte para el año de 1996.

Tabla 6.52: Los costes de explotación del Metro en Madrid en 1996 (€)

<i>Ítem</i>	<i>€/coche-km</i>	<i>€/viajero - km</i>	<i>Participación</i>
Costes de Personal	1,7501	0,0745	55,99%
Costes de Energía	0,2661	0,0113	9,88%
Costes de Materiales y Reparaciones	0,0585	0,0025	2,17%
Costes de Amortizaciones	0,4784	0,0203	15,31%
Gastos financieros	0,1667	0,0071	5,33%
Aseguramiento	0,0389	0,0017	1,25%
Otros	0,3148	0,0134	10,07%
Total Costes Explotación	3,1255	0,1330	100,00%

Fuente: Elaboración a partir de CRTM (1997), Ministerio de Fomento (1997) y ATM (2000)

De acuerdo con las cifras de explotación del Metro, los costes de personal representan más del 55% del total y contrastan con otros como los de energía, mantenimiento y reparaciones, que sumados apenas superan el 10%. En esta tabla se han incluido los costes de amortizaciones y los gastos financieros, que juntos hacen parte de lo que se denominó como costes de capital. Los costes de amortización engloban tanto los costes de equipos como los de las infraestructuras, por lo que es necesaria su separación, lo que se hace posteriormente.

Tabla 6.53: Los costes de explotación de autobuses urbanos en Madrid en 1996 (€)

<i>Item</i>	<i>€/veh - km</i>	<i>€/viajero-km</i>	<i>Participación</i>
Costes de Personal	1,7291	0,1011	72,1%
Costes de Energía	0,1975	0,0115	8,2%
Costes de Materiales y Reparaciones	0,0686	0,0040	2,9%
Costes de Amortizaciones	0,1640	0,0096	6,8%
Gastos financieros	0,2098	0,0123	8,8%
Aseguramiento	0,0283	0,0017	1,2%
Otros	0,0000	0,0000	0,0%
Total Costes Explotación	2,3974	0,1402	100,0%

Fuente: Elaboración a partir de CRTM (1997), Ministerio de Fomento (1997) y ATM (2000)

Los costes de explotación unitarios del autobús resultan más altos que los del Metro, lo que en gran medida se debe a la participación que en este caso tienen los costes laborales, que están cerca de representar tres cuartas partes de dicho valor, pero que se ven compensados por los relativamente bajos valores de los costes de capital e inclusive de los costes de carburantes y reparaciones.

De todas maneras, algunos de los costes establecidos a partir de las estadísticas contables que llevan los operadores muestran valores significativamente más altos a los que se obtendrían a partir de indicadores como los sugeridos por el Ministerio de Fomento (1996) o la ATM (2000); un ejemplo son los consumos de energía (combustibles) que se observan un 50% más elevados, lo cual, desde el punto de vista de la comparación, señala una posición conservadora.

6.4.2.2 Coste de las infraestructuras

En este caso hay dos partes significativamente diferentes, las calles y carreteras que utiliza el autobús, y que comparte con otros tipos de vehículos y la infraestructura férrea, que utiliza de forma exclusiva el tren metropolitano y que por ende su contabilización sólo depende de que se discriminen adecuadamente las inversiones, costes de conservación y consumo de capital.

En el caso del autobús, y paralelamente con el cálculo del coste de los coches, se ha estimado el valor a imputar por dicho concepto, que de acuerdo con la tabla de costes de las infraestructuras carreteras es de 0,0213 € por cada vehículo - km.

En cuanto al Metro, los datos contables que publican las entidades gestoras se integran en un valor único de amortizaciones de equipos, instalaciones y obras de infraestructura, por lo que y sólo con fines de presentación se ha hecho una separación de las amortizaciones correspondientes exclusivamente a las infraestructuras. En la tabla 6.54 se muestra la forma cómo se determinaron dichos costes, que se basan en los indicadores del Ministerio de Fomento (1996) y en las cifras que sobre oferta y demanda publica periódicamente el Consorcio de Transportes de Madrid (1997).

Los valores estimados como costes de la infraestructura del Metro, deben ser sustraídos de los valores de amortización estimados de forma global como costes de explotación del Metro de Madrid y mostradas en la tabla previa, con el fin de que la información sea consistente.

Tabla 6.54: Costes de la infraestructura del sistema Metro en Madrid en 1996 (€)

<i>Inversiones</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unitario (€)</i>	<i>Vida útil</i>	<i>Valor residual</i>	Coste €/viajero-km
Túneles	km	119,3	7.975.706	75	0	0,00583
Estaciones	Nº	164	4.601.369	75	0	0,00463
Vías férreas	km	119,3	1.257.708	25	5	0,00262
Energía alimentación	km	119,3	1.656.493	25	5	0,00345
Cocheras	Nº	22	1.349.735	75	0	0,00018
Coste Total						0,01672

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Fomento (1996) y CRTM (1997).

Por otra parte, en la tabla 6.55, relacionada con los costes de infraestructura del transporte público, se observa la fuerte diferencia entre los dos modos considerados, que se asocia a la especificidad, exclusividad y tecnología del sistema Metro y a que el autobús comparte costes con otros tipos de vehículos como los coches.

Tabla 6.55: Indicadores de coste de las infraestructuras de transporte público en Madrid en 1996.

<i>Modo</i>	<i>Coste (€/vehículo-km)</i>	<i>Coste (€/viajero-km)</i>
Autobuses urbanos	0,0213	0,00124
Metro	0,3929	0,01672

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Fomento (1997) y CRTM (1997).

6.4.2.3 Los costes del tiempo de viaje

Los cálculos se han realizado de la misma forma que se hizo para el vehículo privado, identificando los tiempos totales de viaje en cada una de las zonas de interés (dentro de la almendra y entre ésta y las demás coronas) y estableciendo la distancia media de dichos desplazamientos para su relación con el indicador de coste. Para la valoración monetaria del tiempo, se utilizó la cifra de 4,8 €/h de viaje. Los resultados se muestran en la tabla 6.56, discriminados de acuerdo con las zonas de origen y destino de ese viaje.

El coste del tiempo así estimado, varía significativamente dependiendo de si el desplazamiento es en la zona más densa (almendra) o entre ésta y las otras coronas. Por otra parte, se ha incluido una valoración sólo de carácter comparativo en el ámbito de vehículos, cuyas diferencias se explican únicamente por las tasas de ocupación vehicular

Tabla 6.56: Coste del tiempo de viaje en el transporte público en la almendra de Madrid.

<i>Valoración tiempo de viaje</i>	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra – Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>General</i>
Por viajero (€/viajero - km).	0,6824	0,4112	0,1609	0,3096
Autobús (€/vehículo- km)	11,67	7,03	2,75	5,29
Metro (€/coche - km)	16,04	9,66	3,78	7,27

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2.4 Las externalidades

Al igual que en el caso del vehículo privado, y a partir de las recomendaciones presentadas en el capítulo cuarto, se ha hecho una revisión y aplicación de los costes externos determinados por el grupo INFRAS&IWW (Schreyer et al, 2004) para la zona densa de Madrid. Los valores correspondientes a cada uno de los modos de transporte se muestran en la tabla 6.57 en la que destaca la gran diferencia a favor del Metro, gracias a la energía utilizada y a su casi total soterramiento que evita ruidos y efecto barrera sobre la población cercana.

Tabla 6.57: Los Costes externos de transporte público en la almendra de Madrid en 1996

<i>Externalidad</i>	<i>Costes de autobús (€)</i>		<i>Costes de Metro</i>	
	<i>€/veh-km</i>	<i>€/viajero-km</i>	<i>€/veh-km*</i>	<i>€/viajero-km</i>
Accidentalidad	0,0019	0,00011	0,0001	0,00000
Cambio Climático**	0,1555	0,00909	0,1185	0,00504
Contaminación Ambiental	0,2929	0,01713	0,0109	0,00047
Ruido	0,0871	0,00510	0,0000	0,00000
Efecto barrera	0,0376	0,00220	0,0000	0,00000
Total costes externos	0,5750	0,03362	0,1294	0,00551

*Un vehículo en el caso del Metro es cada uno de los seis coches que componen un tren.

**Se ha usado el escenario de mayor impacto (140 €/Ton CO₂)

Fuente: Elaboración propia a partir de Schreyer et al. (2004)

6.4.2.5 Los costes totales del transporte público

Como en el caso del coche, las tablas 6.58 y 6.59 muestran una síntesis de los costes para el autobús y el Metro respectivamente y de acuerdo con la zona en la que se realicen los desplazamientos (discriminación asociada en este caso con base en los tiempos de viaje).

Las diferencias en los costes entre estos dos modos son pequeñas y se deben especialmente a los costes externos, que son más bajos en el caso del Metro.

Tabla 6.58: Coste del autobús en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra – Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>Costes promedio</i>	<i>Participación Media (%)</i>
Costes económicos	0,1402	0,1402	0,1402	0,1402	28,94
Costes de infraestructuras	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,26
Costes de tiempo	0,6825	0,4111	0,1608	0,3094	63,86
Costes externos	0,0336	0,0336	0,0336	0,0336	6,94
Coste del autobús	0,8575	0,5862	0,3359	0,4844	100,00

Tabla 6.59: Coste del Metro en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

	<i>Dentro de la Almendra</i>	<i>Almendra - Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>Costes promedio</i>	<i>Participación Media (%)</i>
Costes económicos	0,1141	0,1141	0,1141	0,1141	25,60
Costes de infraestructuras	0,0167	0,0167	0,0167	0,0167	3,75
Costes de tiempo	0,6826	0,4111	0,1609	0,3094	69,42
Costes externos	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055	1,24
Coste del Metro	0,8188	0,5474	0,2971	0,4457	100,00

6.4.3 Los costes de los modos no motorizados.

En el caso de los desplazamientos *a pie*, de acuerdo de acuerdo con lo expresado en el capítulo cuarto y la práctica, no se le asigna coste alguno de explotación, de infraestructuras o de costes externos, a pesar de que algunos investigadores hagan referencia a costes como los del calzado (ver Litman, 2004b) o, la construcción y mantenimiento de infraestructuras como andenes, aceras, arcenes o pasarelas que tienen múltiples usos urbanos (separación de espacios de uso privado y uso público, separación de tráfico, áreas para la exposición, la comunicación, el intercambio y por supuesto para el desplazamiento), en los que es difícil la asignación de costes y estos pueden considerarse marginales. En este caso sólo se hace referencia al coste del tiempo de viaje, con una ponderación y valoración similar a la de los modos motorizados.

Los costes de explotación que se asignan a la bicicleta son los referidos en el capítulo cuarto y que indican un valor de 0,035 €/viajero-km, considerando tanto los costes de capital, como los de operación y mantenimiento.

En cuanto a los costes de infraestructura y bajo la hipótesis conservadora de que los costes de la bicicleta pueden asimilarse a los de la motocicleta (de acuerdo a la ocupación espacial), son como se señaló previamente (tabla 6.55) de 0,0026 €/viajero-km.

Los costes de tiempo se han calculado de acuerdo con las distancias medias a recorrer (1,02 km para los viandantes y 2,75 km para los ciclistas), el tiempo de viaje (16 minutos para los peatones), la velocidad de desplazamiento esperada (9 km/h en el caso de los ciclistas) y por supuesto, considerando la misma valoración del tiempo de viaje usada para los otros viajes.

Los costes totales de los modos no motorizados en la almendra de Madrid son los que se muestran en la tabla 6.60, los que no se separan espacialmente, porque se estima que la congestión no afecta significativamente a estos dos modos y, por ende, las velocidades tienden a permanecer constantes.

Tabla 6.60: Costes del transporte no motorizado en la almendra en 1996
(€/viajero-km)

<i>Item</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>
Costes de operación o explotación	0,000	0,0350
Costes de infraestructuras	0,000	0,0026
Costes de tiempo	1,255	0,5333
Costes externalidades	0,000	0,0000
Coste del modo	1,255	0,5709

Fuente: Elaboración propia

Con las valoraciones del coste por viaje, y por viajero - km y con los costes socioeconómicos y ambientales determinados para cada uno de esos indicadores, en el capítulo siguiente se presenta un resumen de los beneficios que de orden cuantitativo y cualitativo se obtienen de la utilización preferente de los modos más sostenibles en el centro de ciudades como Madrid y que se pueden obtener para ámbitos similares.

6.5 SÍNTESIS

A continuación se presenta una síntesis de algunos de los aspectos considerados en este capítulo:

1. Existe una relación estrecha entre la densidad, la renta y la tasa de motorización; en las áreas más densas y con menor renta per cápita, se realizan proporcionalmente más viajes *a pie* y, al contrario, en las zonas con menor densidad poblacional, se observa una tasa de motorización mayor y una mayor proporción de viajes en coche..
2. En relación con las diferentes coronas de Madrid, la mayoría de los desplazamientos no se presentan dentro la almendra, sino entre ésta y la periferia; puede caracterizarse a la almendra como el lugar de los empleos, las compras o el ocio y a la periferia e inclusive a la corona metropolitana como las

áreas residenciales o “dormitorio”. De esta forma se realizan muchos viajes pendulares, entrando a la almendra en la mañana y saliendo en la tarde.

3. Se observa una fuerte relación entre los motivos de viaje, los modos y la edad de los viajeros; en la almendra de Madrid, los menores de 25 años viajan por estudio (85%) y la mayoría lo hace a pie o en transporte público, la población mayor (más de 64 años) se desplaza por otros motivos (90%) y eligen prioritariamente ir *a pie* o autobús (hasta tres veces más autobús que Metro) y la población adulta (de 25 a 64 años) viaja principalmente por trabajo y elige prioritariamente viajar en coche o en los modos guiados (Metro o Cercanías).
4. El coche no tiene un peso importante en el reparto modal de ámbito local (180.000 viajes), pero en los desplazamientos de interrelación con las coronas vecinas juega un papel destacado (940.000 viajes), con la presión sobre la almendra que esto representa y que se magnifica en los periodos punta de la mañana (entrada) y de la tarde (salida).
5. Más del 50% de los viajes en coche recorren distancias inferiores a 8 km y apenas un 25% supera los 15 km. Para muchos de esos desplazamientos existen alternativas más sostenibles como el transporte público, a pie o bicicleta, que emplearían tiempos de viaje iguales o inferiores y tendrían costes económicos y ambientales menores.
6. Desde el punto de vista del tiempo de viaje, las diferencias entre el coche y los modos alternativos dependen de las zonas en donde se realicen los viajes; así, en la zona más densa, los menores tiempos son para los viajes a pie, seguidos muy de cerca por el coche y el transporte público, pero, a medida que los viajes se alejan de la almendra, el modo más competitivo es el coche y las diferencias en el tiempo de viaje frente a los modos de transporte público, son superiores al 30%.
7. Los tiempos de viaje entre los diferentes modos muestran una alta variabilidad que depende entre otros factores, de la accesibilidad, frecuencia y prioridad que se otorgue al transporte público y de la gestión de tráfico y disponibilidad de aparcamiento para el coche. Por lo anterior, así como hay algunos pares origen – destino en los cuales los tiempos de viaje son significativamente inferiores en el coche, hay otros pares en los cuales los modos alternativos al coche son más rápidos.

8. De acuerdo con los costes socio-económicos, los viajes en coche son desde el punto de vista de la sociedad, más costosos que los modos alternativos, pero, la no internalización de algunos ítems y la estructura de los costes de explotación, hacen que el coche sea percibido por los usuarios como un modo más barato y adecuado, con las consecuencias negativas que se derivan de esa percepción y elección.
9. La cuantificación del potencial de transferencia de viajes desde el coche a modos alternativos en la almendra de Madrid, muestra que, sin modificar los tiempos de viaje actuales y, por lo tanto, conservando inalteradas las actividades de los viajeros, un 11% de los viajeros - km podrían ser transferidos a otros modos. Tres cuartas partes de esas transferencias irían hacia el transporte público y el resto, a la bicicleta (15%) y los desplazamientos *a pie* (10%).
10. Si se acepta que el presupuesto de tiempo de viaje es similar en la zona de la almendra al de otras ciudades (entre 1,1 y 1,3 horas diarias), los tiempos de viaje de muchos usuarios son susceptibles de crecer y por ende, se puede conseguir un incremento del potencial de transferencia hacia modos cuyas velocidades se mantienen inalteradas, haciendo que la potencialidad de transferencia se incremente hasta el 18% en términos de viajeros - km.

7. BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA TRANSFERENCIA MODAL.

En este capítulo se hace una síntesis de las características de la oferta y la demanda del transporte en la zona densa de la ciudad de Madrid, se presentan y comparan los costes socioeconómicos de cada uno de los modos en competencia y en cada uno de los ámbitos espaciales en que se han cuantificado, y se establecen los beneficios que, obtendría la sociedad con la transferencia modal del coche a los modos más sostenibles en cada uno de los escenarios considerados.

7.1 LA MOVILIDAD EN LA ALMENDRA DE MADRID

De acuerdo con la encuesta origen destino de 1996 (CRTM, 1998) y la modelización realizada con el programa VISUM, más del 10% de los desplazamientos que a diario se realizan en coche en la almendra, o entre ésta y las coronas vecinas, recorren distancias inferiores a 3,0 km; más del 50% (cerca de 500.000 viajes diarios) se hacen a distancias inferiores a 8,0 km; y apenas una cuarta parte de todos los viajes, superan los 15 km de distancia, como se puede ver en la figura 7.1.

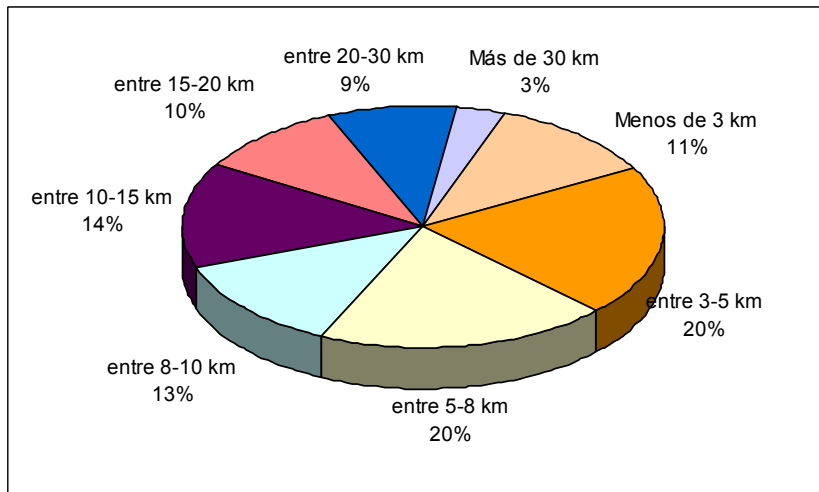


Figura 7.1: Distribución de los desplazamientos en coche relacionados con la almendra de Madrid de acuerdo con las distancias (1996).

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los viajes con distancias inferiores a 8 km (viajes cortos), se podrían realizar en modos alternativos como caminar, bicicleta o transporte público, consumiendo un tiempo similar, con costes monetarios inferiores y sin causar impactos negativos a la sociedad y al medio ambiente.

Si se precisan y resumen las cifras de la movilización en la almendra, a que se hizo referencia en el capítulo anterior, se puede observar el papel que desempeñan los diferentes modos de transporte en cada una de las zonas de interés. En las figuras 7.2 a 7.5 se presenta la relación entre la densidad y la distancia frente al reparto y utilización modal

La figura 7.2 muestra la participación de los viajes *a pie* (44%) en la almendra (234 habitantes/ha), que supera a los viajes en transporte público y triplica a los viajes en coche. Lo anterior, sin olvidar que en este caso las distancias medias son de 2,2 km, y que mientras los viajes *a pie* se realizan a distancias de alrededor de 1,0 km, los viajes en los modos motorizados recorren distancias medias de 3,0 km.

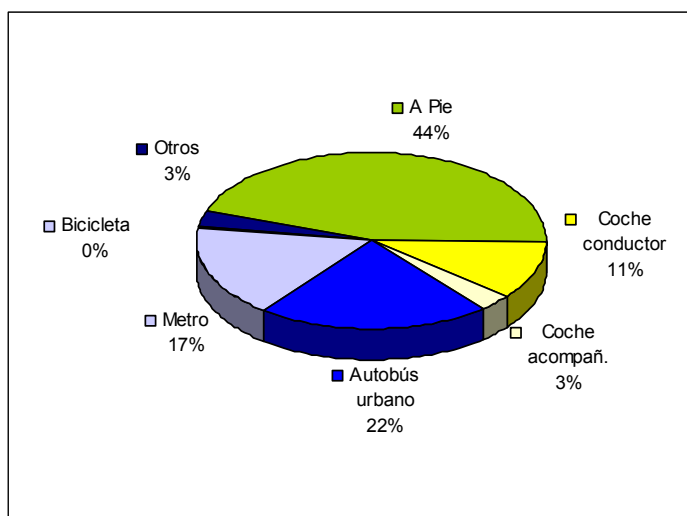


Figura 7.2: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos dentro de la almendra de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia

Esta situación cambia en la relación de la almendra con la periferia (figura 7.3), que es la corona adyacente y que aunque tiene una alta densidad residencial, ésta es siete veces inferior (35,6 habitantes/ha) a la de la almendra. Los viajes *a pie* caen

drásticamente (sólo representan el 4%), a cambio del aumento del transporte público (64%) y de los desplazamientos en coche, que ahora representan más del doble del caso anterior (29%) y que equivalen a 466.000 viajes, la mayor parte de los cuales accede cada día a la zona más densa por motivos de trabajo.

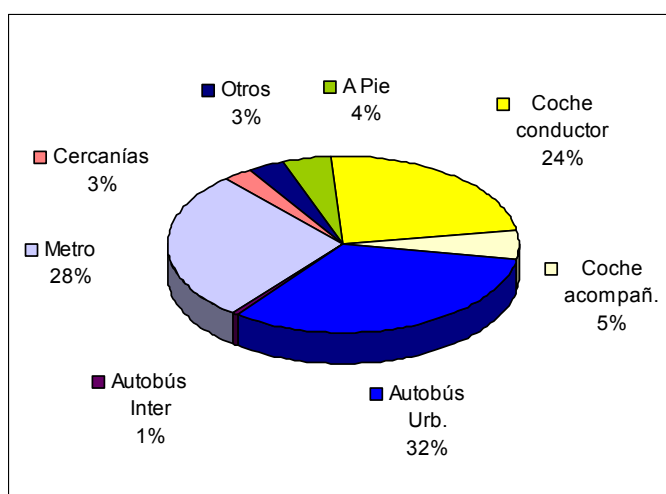


Figura 7.3: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia

En el tercer ámbito, que corresponde a la relación entre la almendra y las coronas metropolitana y regional, en las que la densidad poblacional cae bruscamente (entre 10,0 y menos de 1,0 habitantes/ha respectivamente) y en donde las distancias son en promedio superiores a los 20 km, el transporte en coche da otro gran salto cualitativo al pasar de representar el 29% a más del 44% (ver figura 7.4), que equivale a 300.000 viajes y que como en el caso anterior, son viajes atraídos por la zona más densa de Madrid, con fines de trabajo, de compras o de estudio, principalmente.

De acuerdo con esas cifras, que se sintetizan en la figura 7.5, la mayor parte de los desplazamientos motorizados que se producen en relación con la zona más densa de Madrid, tienen su origen o su destino fuera de esa zona y así por ejemplo, de cada cinco viajes en coche que se relacionan con la almendra, sólo uno corresponde a un viaje dentro de ella, con lo que eso significa en términos de aparcamientos y de concentración de la demanda (periodos punta de entrada en la mañana y de salida en la tarde).

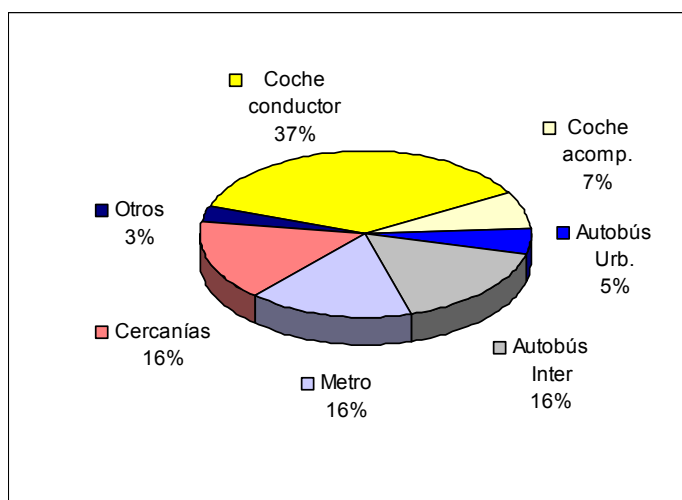


Figura 7.4: Participación de los modos de transporte en los desplazamientos entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 7.5 la mayor presión sobre la zona de la almendra se produce por los viajes que tienen su origen o su destino en las coronas externas, pero este impacto es mucho más significativo si se evalúa en términos de distancia, es decir, si se hace referencia a los vehículos - km o a los viajeros - km.

A partir de la modelización de cada uno de los diferentes viajes de acuerdo con su par origen - destino y el modo usado, se ha realizado una agregación de los modos de transporte público y se ha realizado una síntesis de distancias, tiempos y flujos de viajeros y de viajeros - km que se observa en las tablas 7.1 a 7.4.

Las distancias medias de viaje entre la almendra y la periferia triplican las que ocurren al interior de la zona densa y a su vez, las distancias hasta las coronas externas a Madrid (metropolitana y regional), son más de tres veces las anteriores, como se puede ver en la tabla 7.1. A partir de estas distancias y de acuerdo con la cantidad de viajes en cada modo y ámbito geográfico que se presentan en la tabla 7.2, se determina el kilometraje modal, con el cual se puede precisar el impacto y la magnitud de la movilidad en las áreas de interés.

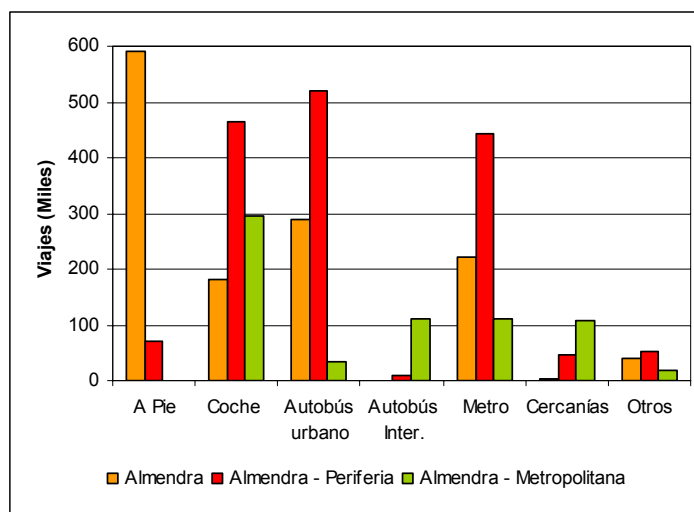


Figura 7.5: Reparto modal en relación con la almendra de Madrid en 1996.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.1 Distancia media de viaje según modo de transporte y ámbito geográfico en de Madrid en 1996 (km).

<i>Ámbito geográfico</i>	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>T. Público</i>	Promedio
Dentro de la almendra	0,97	3,05	3,13	2,19
Entre la almendra y la periferia	1,42	8,42	7,51	7,51
Entre la almendra y fuera de Madrid	-	22,70	25,50	24,25
Promedio	1,02	11,85	9,77	8,70

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998).

De acuerdo con la tabla 7.2, el transporte público es demandado para más del 50% de los viajes, seguido del coche con un 26% y, en tercer lugar, los desplazamientos *a pie*, con una participación del 18,3%. Desde el punto de vista del ámbito geográfico, más de un tercio de los viajes son internos a la almendra (36,7%) y el resto se distribuye entre las otras dos coronas, primando la periferia por su densidad y relación de carácter administrativo, económico y social con la almendra.

Tabla 7.2 Viajes según modo y ámbito geográfico en Madrid en 1996 (miles).

<i>Modo de Transporte</i>	<i>Almendra</i>	<i>Almendra - Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>Total</i>	Participación %
A pie	590,75	70,72	0,19	661,66	18,33%
Coche	180,61	466,00	294,00	940,61	26,06%
Transporte público	513,02	1.018,29	363,08	1.894,39	52,49%
Otros	40,58	52,00	20,00	112,58	3,12%
Total	1.324,96	1.607,01	677,28	3.610,20	100,00%
Participación %	36,70	44,51	18,76	100,00	

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Según las distancias recorridas, el reparto cambia a favor de los modos motorizados (ver tabla 7.3), los desplazamientos *a pie* tienen ahora un peso apenas testimonial (2,2%) y el coche pasa a mostrar su impacto real, con una participación mayor a un tercio de los viajes y con lo que eso significa en términos socioeconómicos y ambientales (36,8% de los viajeros-km).

Tabla 7.3 Recorrido total diario según modo de transporte y ámbito geográfico en Madrid en 1996 (miles de viajeros - km).

<i>Modo de Transporte</i>	<i>Almendra</i>	<i>Almendra - Periferia</i>	<i>Almendra - Metropolitana</i>	<i>Total</i>	Participación %
A Pie	573	100	0	673	2,2%
Coche	551	3.924	6.674	11.148	36,8%
T. público	1.606	7.647	9.259	18.512	61,0%
Total	2.730	11.671	15.932	30.334	100,0%
Participación %	9,0%	38,5%	52,5%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Desde el punto de vista geográfico también se observa un cambio importante, los movimientos dentro de la almendra muestran ahora una participación en kilometraje de apenas el 9%, frente a casi el 40% en relación con la periferia, o más del 50% con respecto a las coronas externas a Madrid. En síntesis, desde el punto de vista de kilometraje, tienen un gran protagonismo el coche y las zonas más alejadas, por lo que los impactos esperables son significativos. En la figura 7.6 se visualiza la situación.

De esta forma, las tareas más importantes de transferencia modal deben enfocarse hacia los viajes que se relacionan con la periferia y con las coronas externas (el ámbito metropolitano), en donde el transporte público tiene una participación mayor, pero que aún es susceptible de crecer.

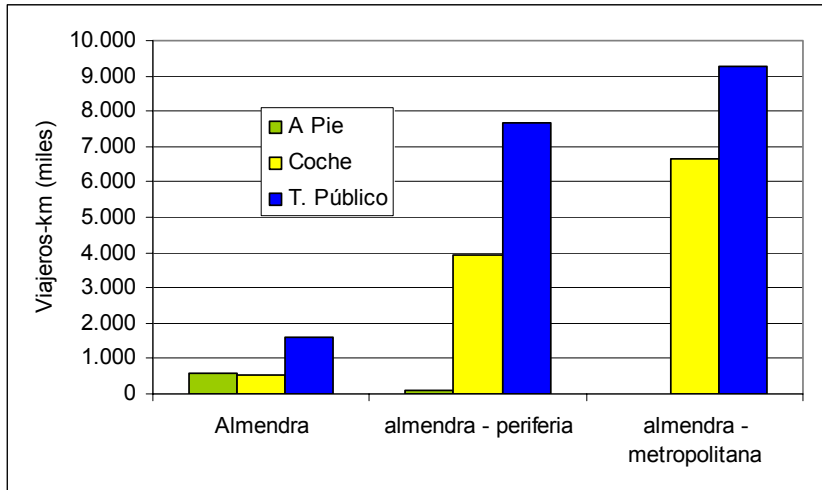


Figura 7.6: El kilometraje (viajeros-km) de los principales modos de transporte en relación con la almendra de Madrid en 1996 (miles).

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

El tiempo de viaje puerta a puerta, que se ha considerado la variable clave para esa transferencia modal, indica que, en promedio, y para pares origen - destino idénticos, el coche tarda menos que los transportes públicos, pero que esas diferencias son más pequeñas en las zonas más densas, como se observa en la tabla 7.4 y en la figura 7.7.

Tabla 7.4: Tiempo medio de viaje de acuerdo con el modo y el ámbito geográfico en Madrid en 1996.

<i>Ámbito geográfico</i>	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>T.Público</i>	Promedio
Dentro de la almendra	15,60	23,00	26,70	21,07
Entre la almendra y la periferia	22,80	30,80	38,60	35,54
Entre la almendra y fuera de Madrid	-	37,50	51,30	45,13
Promedio	16,00	31,40	37,81	32,03

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

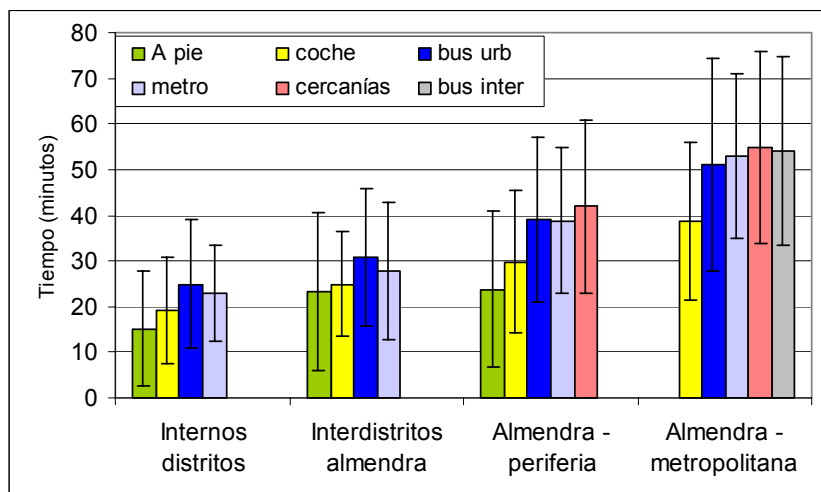


Figura 7.7. El tiempo de viaje y su desviación estándar de acuerdo con el modo de transporte y la zona de la almendra en Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

De acuerdo con los diferentes pares origen - destino y la variabilidad de los tiempos de desplazamiento manifestados, es posible encontrar, con alta frecuencia (especialmente en las zonas más densas), viajes que podrían realizarse en los modos alternativos al coche y en tiempos similares o inferiores y, por lo tanto, con alta potencialidad de transferencia, sin afectar sus actividades y sus presupuestos de tiempo actuales.

Además de la competitividad directa que tienen los modos alternativos en las zonas más densas (tiempos de viaje iguales o inferiores), la indagación sobre los desplazamientos actuales de los residentes en cada una de las coronas de interés, muestra que en comparación con los que se han denominado como presupuestos de tiempo de viaje y que estarían entre 1,1 y 1,2 horas diarias, los habitantes de Madrid, considerando los modos disponibles y los grupos de usuarios, están empleando un tiempo promedio de 58,4 minutos diarios, que aún tendría posibilidades de crecer.

Por otra parte, la población objetivo es la que se desplaza habitualmente en coche, por lo que si se hace referencia a sus presupuestos de tiempo de viaje, se encuentra que los tiempos que diariamente dedican al transporte, son los que se señalan en la tabla 7.5; Los adultos residentes en la almendra y en la periferia (especialmente en el segundo caso) dedican a los desplazamientos diarios alrededor de una hora y por lo tanto, aún

tendrían un margen de crecimiento, situación que no ocurre en la corona metropolitana, en la que el grupo de adultos (entre 18 y 64 años) está usando 1,5 horas diarias para sus desplazamientos, que es un tiempo que desborda el presupuesto de tiempo para viajar.

Tabla 7.5: Tiempo medio diario de viaje de los usuarios del coche, de acuerdo con la corona de residencia en Madrid en 1996 (minutos).

	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>
Jóvenes	59,22	51,95	39,76
Adultos	63,30	61,62	86,59
Mayores	44,62	40,02	53,11
Promedio	59,05	58,36	71,94

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

De esta forma, y teniendo en cuenta la síntesis de costes que se señala en el siguiente apartado, se estima la magnitud de los beneficios que es posible obtener con la transferencia, evaluando dicha potencialidad en dos escenarios; uno en el que se mantienen los tiempos actuales de viaje y otro en el que se permiten aumentos limitados de esa variable.

7.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTES EN LOS VIAJES DE LA ALMENDRA DE MADRID

Con la metodología expresada en el capítulo cuarto y los cálculos de la aplicación, se puede determinar para cada uno de los modos de transporte, los costes en que incurre la sociedad por los desplazamientos. En el caso del transporte público se hace referencia a los autobuses urbanos y al Metro que tienen en los viajes relacionados con la almendra su mayor participación; en cuanto a los viajes en bicicleta, que tienen una escasa demanda (0,035%), se han incluido sus costes y sus características en razón de la potencialidad que tiene dicho modo, dadas las distancias, los tiempos de viaje y la topografía de las áreas en estudio.

En las tablas 7.6 y 7.7 se presenta el coste medio en la zona de la almendra y la participación de cada variable respectivamente, precisando que los desplazamientos *a pie* y en bicicleta, tienen una limitación asociada con la autonomía espacial y temporal.

Tabla 7.6 Coste por unidad de distancia de acuerdo con los modos en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996. (€/viajero-km)

<i>Costes del transporte</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de Personal	0,0000	0,0000	0,0745	0,1011	0,0000
Combustibles	0,0000	0,0000	0,0113	0,0115	0,0110
Costes de Materiales y Reparaciones	0,0000	0,0100	0,0025	0,0040	0,0214
Amortizaciones	0,0000	0,0250	0,0036	0,0096	0,1301
Coste financieros	0,0000	0,0000	0,0071	0,0123	0,0444
Aseguramiento	0,0000	0,0000	0,0017	0,0017	0,0455
Otros	0,0000	0,0000	0,0134	0,0000	0,0000
Total Costes de operación	0,0000	0,0350	0,1141	0,1402	0,2524
Total costes Infraestructuras	0,0000	0,0026	0,0167	0,0012	0,0046
Total Costes de Tiempo	1,2550	0,5333	0,3094	0,3094	0,2602
Accidentalidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0226
Cambio Climático	0,0000	0,0000	0,0050	0,0091	0,0345
Contaminación Ambiental	0,0000	0,0000	0,0005	0,0171	0,0143
Ruido	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,0141
Efecto barrera	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0123
Total Costes externos	0,0000	0,0000	0,0055	0,0336	0,0978
Costes totales	1,2550	0,5709	0,4457	0,4844	0,6150

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

De acuerdo con los valores totales por km, el modo de transporte más costoso es el desplazamiento *a pie*, seguido del coche, la bicicleta y por último los modos de transporte público, que son una cuarta parte menos onerosos que los viajes en coche. Los viajes *a pie* y en bicicleta deben sus cifras básicamente al tiempo, como puede verse en la tabla 7.7.

En términos monetarios y como se ve en la figura 7.8, el modo de menor coste es el desplazamiento *a pie*, mientras el coche tiene los valores más altos, duplicando a los otros modos motorizados (transporte público). Ahora bien, si se observan los costes relacionados con los desplazamientos en sí mismos y que se denominan directos (combustibles, repuestos y mantenimiento), se encuentra que el coche apenas incurre en unos 3 a 4 céntimos por cada kilómetro, mientras que en el transporte público puede señalarse que todos los costes son directos, dada la estructura de costes y la necesidad de mantener una oferta fija, que repercute en el usuario en forma de tarifa.

Tabla 7.7: Participación de cada variable en el coste de cada uno de los modos en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (porcentaje)

<i>Costes del transporte</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de Personal	0,0%	0,0%	16,7%	20,9%	0,0%
Combustibles	0,0%	0,0%	2,5%	2,4%	1,8%
Costes de Materiales y Reparaciones	0,0%	1,8%	0,6%	0,8%	3,5%
Amortizaciones	0,0%	4,4%	0,8%	2,0%	21,2%
Coste financiero	0,0%	0,0%	1,6%	2,5%	7,2%
Aseguramiento	0,0%	0,0%	0,4%	0,3%	7,4%
Otros	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%
Total Costes de operación	0,0%	6,1%	25,6%	28,9%	41,0%
Total costes Infraestructuras	0,0%	0,5%	3,8%	0,3%	0,8%
Total Costes de Tiempo	100,0%	93,4%	69,4%	63,9%	42,3%
Accidentalidad	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%
Cambio Climático	0,0%	0,0%	1,1%	1,9%	5,6%
Contaminación Ambiental	0,0%	0,0%	0,1%	3,5%	2,3%
Ruido	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	2,3%
Efecto barrera	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	2,0%
Total Costes externos	0,0%	0,0%	1,2%	6,9%	15,9%
Costes totales	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

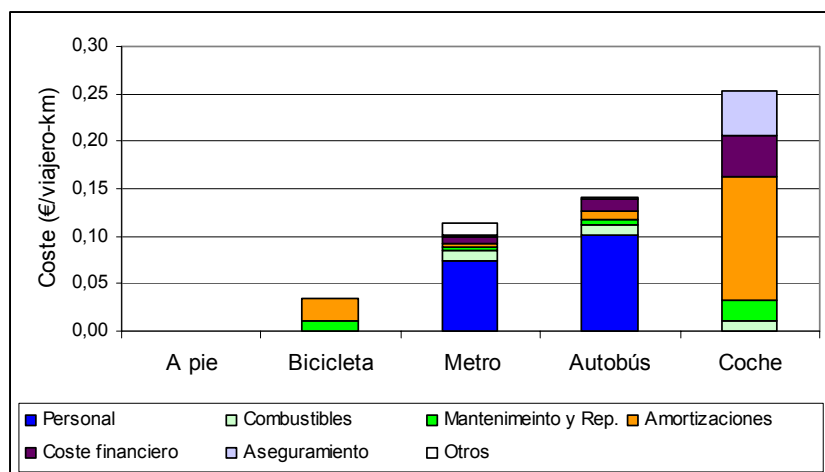


Figura 7.8: Los costes de operación en la almendra en 1996 (€/viajero - km)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

En el transporte en coche, los valores monetarios más altos se relacionan con los costes de la propiedad (amortizaciones y costes financieros e inclusive una parte del aseguramiento), que se deciden una vez cada cinco o más años, por lo que tienen una escasa participación en las decisiones de viaje diarias. En cambio, en los otros modos motorizados, los costes de personal, por ejemplo, tienen una participación significativamente alta y directa, que se refleja inmediatamente en las tarifas.

En el caso de las zonas densas, el coche causa tres veces más costes externos que el autobús y hasta 10 veces más que el Metro; Los modos no motorizados no incurren en estos costes. La figura 7.9 muestra los costes de las externalidades de acuerdo con el modo de transporte. La accidentalidad y la participación en el cambio climático, son las externalidades en las que el coche ejerce un impacto más significativo y el total de los costes externos puede ser en ese caso, superior a los costes directos.

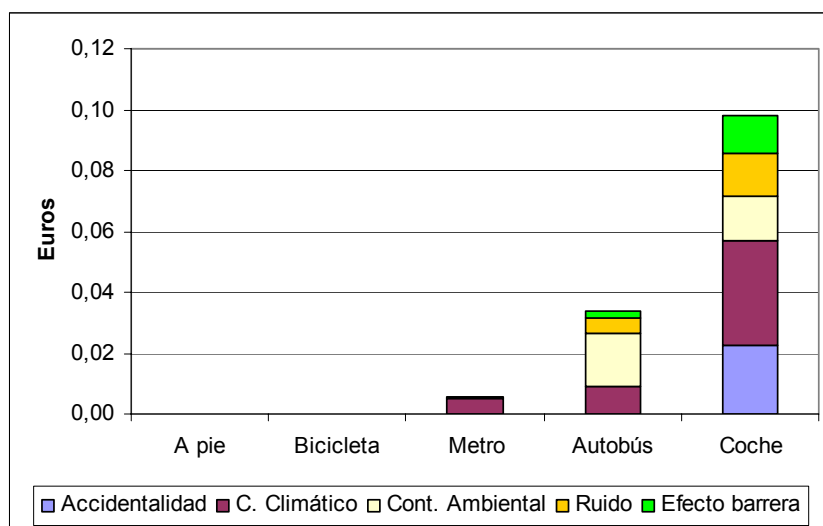


Figura 7.9: El coste de las externalidades por unidad de distancia en los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

Desde el punto de vista de los recorridos medios, es posible determinar los costes para cada uno de los ámbitos geográficos, los que se presentan de forma agregada en las tablas 7.8 a 7.10.

En la tabla 7.8 se muestra el coste medio por unidad de distancia para la zona más densa (almendra) y en donde las velocidades de los modos motorizados son bajas

(dada la congestión vial, la gestión del tráfico, la densidad peatonal). El modo más competitivo es la bicicleta que supera con creces a los modos motorizados y a los desplazamientos *a pie*.

A pesar que los viajes *a pie* se registren con valores altos (por el tiempo de viaje dada la velocidad peatonal), sus costes en términos monetarios (operación o explotación) y en términos de externalidades son nulos, por lo que las decisiones que favorezcan su uso están plenamente justificadas.

Tabla 7.8: Los costes medios por unidad de distancia dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero -km)

<i>Costes agregados</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de operación o explotación	0,0000	0,0350	0,1141	0,1402	0,2518
Costes de infraestructuras	0,0000	0,0026	0,0167	0,0012	0,0045
Costes de tiempo	1,2550	0,5333	0,6826	0,6825	0,6033
Costes externos	0,0000	0,0000	0,0055	0,0336	0,0947
Total Costes	1,2550	0,5709	0,8188	0,8575	0,9543

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

En las tablas 7.9 y 7.10 se muestran los costes por km para los desplazamientos entre la almendra y las coronas periferia y metropolitana. En estos casos, y especialmente en el segundo, los costes en los modos motorizados se reducen sustancialmente como consecuencia de las mayores velocidades medias de viaje, de forma tal que el tiempo pasa a representar, en el caso del coche por ejemplo, apenas el 27%, cuando en el caso de la almendra este valor pesaba mas del 63%.

Para los viajes relacionados con la corona metropolitana (tabla 7.10), el coche sigue siendo el modo motorizado más costoso, aunque superando en los valores globales a la bicicleta, que por autonomía de viaje y por las características de la velocidad, deja de ser un modo competitivo, a pesar que, desde el punto de vista de las externalidades, continuaría siendo el modo ideal.

Tabla 7.9: Los costes unitarios del transporte de viajeros entre la almendra y la periferia de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

<i>Costes agregados</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de operación o explotación	0,0000	0,0350	0,1141	0,1402	0,2558
Costes de Infraestructuras	0,0000	0,0026	0,0167	0,0012	0,0046
Costes de Tiempo	1,2550	0,5333	0,4111	0,4111	0,2926
Costes externos	0,0000	0,0000	0,0055	0,0336	0,0978
Total Costes	1,2550	0,5709	0,5474	0,5862	0,6508

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

Tabla 7.10: Los costes unitarios del transporte de viajeros entre la almendra y las coronas metropolitana y regional de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

<i>Costes agregados</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de operación o explotación	0,0350	0,1141	0,1402	0,2542
Costes de Infraestructuras	0,0026	0,0167	0,0012	0,0047
Costes de Tiempo	0,5333	0,1609	0,1608	0,1321
Costes externos	0,0000	0,0055	0,0336	0,0994
Total Costes	0,5709	0,2971	0,3359	0,4905

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

Por otra parte, en la tabla 7.11 y en la figura 7.10 se muestra el coste de los desplazamientos dentro de la zona más densa y cuyos resultados señalan la magnitud de las diferencias modales. Se resalta el caso de las externalidades producidas por el coche, que superan sus costes directos (combustibles, insumos y reparaciones) y que no están siendo consideradas en las decisiones de viaje.

Los costes de los viajes en los modos no motorizados (*a pie* y *bicicleta*), se cuantifican como los más bajos, pero esto se debe a que las distancias de desplazamiento son en estos casos inferiores (ver figura 7.10). La mayor participación corresponde al tiempo de viaje que en los modos motorizados tiende a ser similar, por lo cual y desde esa perspectiva, el cambio desde el coche no debería causar problemas en las actividades cotidianas a los usuarios.

Tabla 7.11: Costes por modo dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viaje).

<i>Costes del transporte</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de Personal	0,0000	0,0000	0,2428	0,2963	0,0000
Combustibles	0,0000	0,0000	0,0369	0,0338	0,0394
Costes de Materiales y Reparaciones	0,0000	0,0267	0,0081	0,0118	0,0788
Amortizaciones	0,0000	0,0668	0,0119	0,0281	0,3843
Coste Financiero	0,0000	0,0000	0,0231	0,0359	0,1311
Aseguramiento	0,0000	0,0000	0,0054	0,0048	0,1345
Otros	0,0000	0,0000	0,0437	0,0000	0,0000
Total Costes de operación o Exp.	0,0000	0,0935	0,3719	0,4108	0,7680
Total costes Infraestructuras	0,0000	0,0069	0,0545	0,0036	0,0137
Total Costes de Tiempo	1,2174	1,4239	2,2251	1,9996	1,8401
Accidentalidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0668
Cambio Climático	0,0000	0,0000	0,0164	0,0266	0,1018
Contaminación Ambiental	0,0000	0,0000	0,0015	0,0502	0,0423
Ruido	0,0000	0,0000	0,0000	0,0149	0,0418
Efecto barrera	0,0000	0,0000	0,0000	0,0064	0,0363
Total Costes externos	0,0000	0,0000	0,0180	0,0985	0,2889
Costes totales	1,2174	1,5243	2,6695	2,5126	2,9107

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

En resumen, de acuerdo con los costes totales, el modo más costoso es el coche; desde el punto de vista de los usuarios, dicho modo puede aparecer como uno de los más baratos en la medida en que los costes externos no se hacen explícitos, y a que la mayor parte de los costes monetarios desembolsados, son asociados con la propiedad o tenencia del vehículo y no con su uso cotidiano. En cambio, los modos de transporte público tienen el esquema de costes contrario, dependen fuertemente de la mano de obra y de los costes de capital, que se reflejan a través de la tarifa.

Por lo anterior, la necesidad de encontrar estrategias que hagan explícitas las externalidades a los usuarios y, la conveniencia de que los tiempos de viaje del coche sean muy similares a los del transporte público, deben ser prioridades que conducirán a la obtención de un mejor reparto modal y a ahorros significativos para la sociedad, como se muestra a continuación

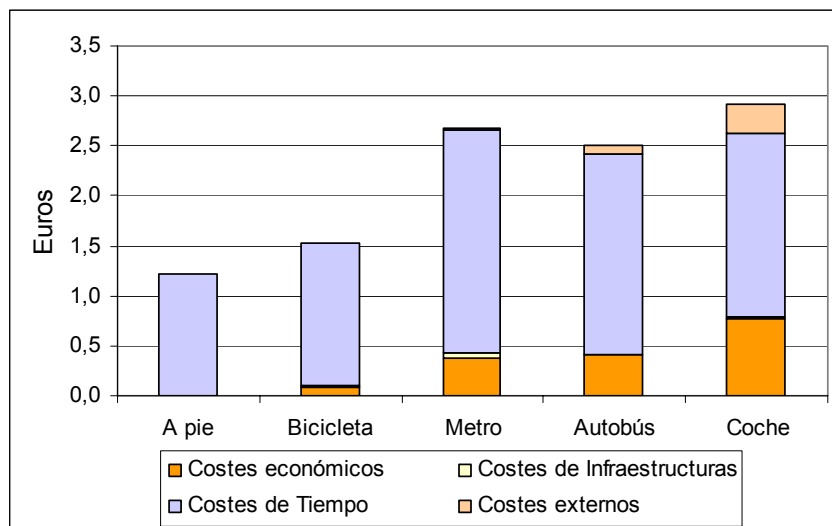


Figura 7.10 Distribución de los costes de acuerdo con el modo de transporte en los viajes dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/viaje).

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

7.3 IMPACTOS ESPERADOS DE LA TRANSFERENCIA MODAL

Con las cifras expresadas en los apartados anteriores, y tomando en cuenta las tablas sobre los viajes potencialmente transferibles, se realiza una estimación cuantitativa y cualitativa de los beneficios que la sociedad podría obtener de las actividades y estrategias orientadas a conseguir que ese cambio se haga efectivo.

7.3.1 Beneficios cuantitativos de las transferencias modales.

De acuerdo con las potencialidades de transferencia modal desde el coche, se ha hecho la figura 7.11, que muestra la magnitud de los cambios desde el punto de vista de los viajeros - km. Los cambios más significativos se dan en los viajes entre la almendra y la periferia y el modo alternativo más adecuado es el transporte público en todos los tres ámbitos.

En términos de viajes, la suma de las potenciales transferencias hacia los desplazamientos *a pie* y la bicicleta es mayor que hacia el transporte público. Sin

embargo, en términos de viajeros - km, la situación cambia a favor del transporte público por la longitud de los desplazamientos transferibles.

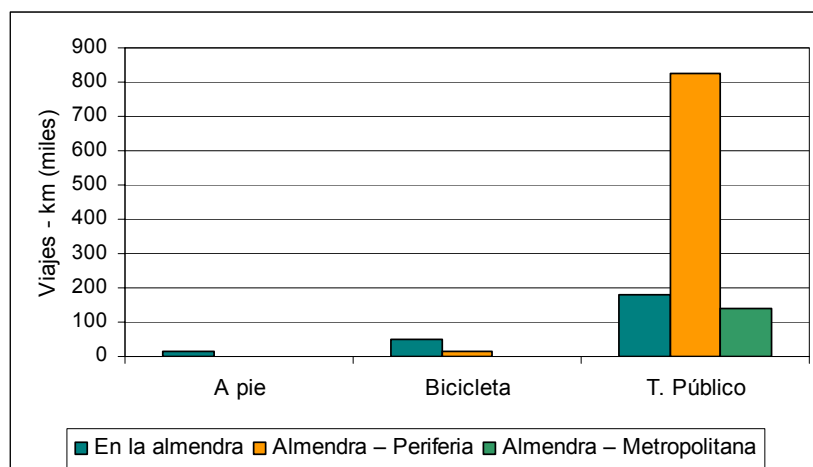


Figura 7.11: Viajes - km potencialmente transferibles desde el coche a los modos alternativos en relación con la almendra de Madrid en 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

Con la información de las transferencias y los costes unitarios de los diferentes modos de transporte disponibles y en un escenario en el que no se consideran cambios en el presupuesto de tiempo de viaje, los beneficios monetarios que obtendría la sociedad, por el cambio en el reparto modal descrito, son los que se muestran en la tabla 7.12 y en la figura 7.12.

Tabla 7.12: Beneficios socioeconómicos por la transferencia modal dentro de la almendra de Madrid en 1996 (€/ día)

	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>T.Público</i>	Total
Costes de explotación	3.546	14.092	143.805	161.444
Costes de Infraestructuras	65	132	-4.993	-4.796
Costes de Tiempo	0	0	0	0
Costes externos	1.331	6.341	89.848	97.520
Beneficios netos	4.942	20.565	228.660	254.167

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

Desde el punto de vista de la sociedad, los beneficios son superiores a los 250.000 euros diarios y se presentan por los ahorros en costes de operación o explotación y por la reducción de las externalidades, principalmente. Esta valoración es conservadora pues

parte del supuesto de que será necesaria una oferta adicional de transporte público, que como se ha mencionado, no es en general necesaria.

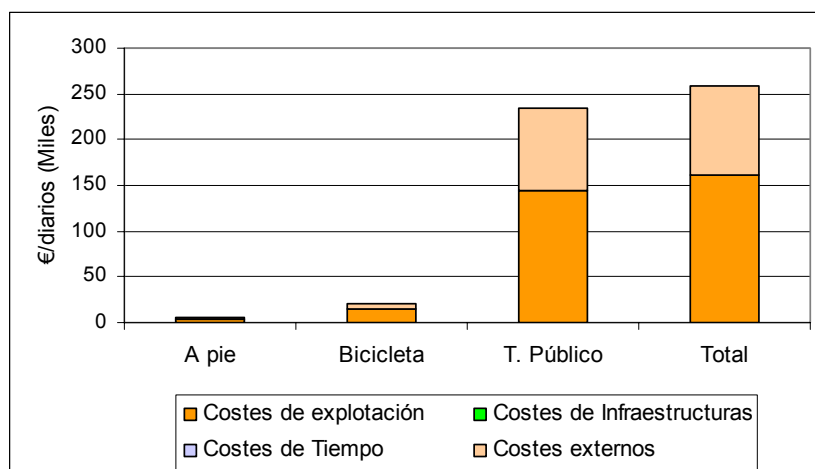


Figura 7.12: Beneficios socioeconómicos de la transferencia modal desde el coche en la almendra de Madrid en 1996 (€/día)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

La valoración de los costes de tiempo como cero esta asociada con el supuesto de partida, que implica que el cambio modal desde el coche, sólo ocurre si el tiempo en los modos alternativos es igual o inferior.

El impacto relacionado con el coste de las infraestructuras es negativo. Esto se explica por los altos costes de las infraestructuras del Metro, pero debe tomarse en cuenta así mismo, que este modo tiene aún una amplia capacidad no utilizada (como lo muestran las tasas medias de ocupación) que implica que los costes para los usuarios adicionales son cercanos a cero.

El cambio en los presupuestos individuales de tiempo de viaje, que de acuerdo con la tabla 7.5 podrían crecer entre un 10 y un 20% sin afectar el esquema de actividades y, manteniendo a los modos de transporte público en condiciones similares a las actuales, los valores de las potenciales transferencias para todos los escenarios, son los que se señalan en las tablas 7.13 y 7.14 y los beneficios socioeconómicos estimados son los que se muestran en la tabla 7.15 y en la figura 7.13.

La potencialidad global de las transferencias muestra que en las condiciones iniciales el 17,9% de los viajes que se realizan en coche, podría cambiarse a los modos alternativos, manteniendo inalterados sus tiempos de viaje y por ende sus actividades. Esa potencialidad puede crecer hasta el 27% en el caso de que los tiempos de viaje en el transporte en coche crecieran hasta en un 20% en promedio, que sería un límite apropiado de acuerdo con los presupuestos de tiempo de viaje.

Tabla 7.13: Potencialidad de transferencia modal desde el coche en relación con la almendra de Madrid en 1996 (viajes)

<i>Área de Interés</i>	<i>Sin cambios En el tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Dentro de la almendra	64.846	73.944	83.964
Almendra - Periferia	95.948	132.416	162.539
Almendra - Metropolitana	7.553	7.553	7.553
Viajes transferibles	168.347	213.913	254.056
Cambio potencial (%)	17,9%	22,7%	27,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998)

Tabla 7.14: Potencialidad de transferencia modal desde el coche en relación con la almendra de Madrid en 1996 (viajeros - km)

<i>Área de Interés</i>	<i>Sin cambios en el tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Dentro de la almendra	245.151	305.703	377.663
Almendra - Periferia	840.935	1.220.968	1.500.035
Almendra - Metropolitana	141.182	141.182	141.182
Viajes - km transferibles	1.227.268	1.667.853	2.018.880
Cambio potencial (%).	11,0%	15,0%	18,1%

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998)

Desde el punto de vista espacial, las áreas en donde es más factible la transferencia, son el interior de la almendra (46,5% de los viajes) y entre la almendra y la periferia (34,9%), pues en los viajes de más largo recorrido, los tiempos de viaje son significativamente favorables al coche y no hay disponibilidad en los presupuestos de tiempo de viaje de los usuarios.

Los beneficios que la sociedad obtendría con el cambio modal, de acuerdo con los tres escenarios previstos, son los que se muestran en la tabla 7.15 y en la figura 7.13.

Tabla 7.15: Beneficios socioeconómicos de las transferencias en la almendra de Madrid en 1996. Diferentes escenarios (€/ día)

	<i>Sin cambios</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Operación o explotación	161.444	216.615	260.573
Infraestructuras	-4.796	-6.712	-8.239
Tiempo	0	-21.639	-38.880
Externalidades	97.520	131.991	159.455
Total Costes	254.167	320.255	372.909

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

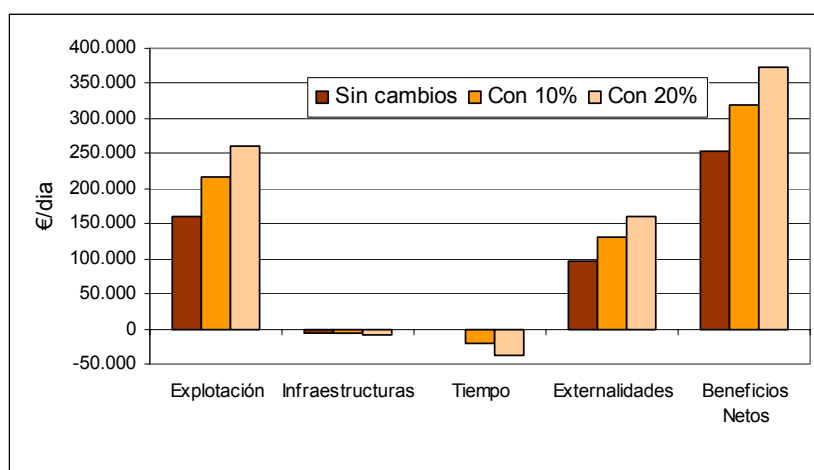


Figura 7.13: Beneficios socioeconómicos de la transferencia modal en la almendra de Madrid, de acuerdo con diferentes escenarios en 1996 (€/ día)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998), Ministerio de Fomento (1996), Guerrero (2003), ATM (2000) y Schreyer et al (2004)

7.3.2 Las magnitudes físicas de los beneficios de la transferencia modal.

La descripción de los beneficios que se señala a continuación, es otra forma de ver los cambios. Intenta reafirmar las bondades de hacer la gestión del transporte a través del mejoramiento relativo de las características de los modos alternativos al coche, en vez de los incrementos en la capacidad y especialmente en la velocidad de estos últimos.

Aunque se parte del supuesto que todos los beneficios son susceptibles de cuantificar y que ya están considerados a través de los elementos de coste a que se ha hecho

referencia, se hacen explícitos sin que eso signifique el agregarlos a los anteriores, que en ocasiones sólo conduce a la doble contabilización de los mismos conceptos. En algunos casos, como los relacionados con contaminación o accidentalidad, es evidente la doble contabilización, pero en otros como los de liberación de sitios para el aparcamiento, no lo es tanto.

7.3.2.1 Espacio de aparcamiento a liberar.

Las tasas de motorización señalan que la almendra contaba en 1996 con 414.649 turismos que demandaban de acuerdo con Alonso (2004), unos 4,2 millones de m² de áreas para aparcamiento, cifra que equivale al 10% de la extensión total de la corona y que refleja el impacto de esa variable.

De acuerdo con la encuesta EDM'96 (CRTM, 1998), se realizan 941.000 viajes diarios en coche en relación con la almendra, que equivalen a 765.000 desplazamientos vehiculares, de los cuales, más del 80% son relaciones de intercambio con las otras coronas. Según el grado de atracción zonal y como se puede ver en la tabla 7.16 y en la figura 7.14, hay un desequilibrio entre los vehículos que entran a la zona densa de Madrid y los que salen de ella, haciendo que se acumulen cada día en la almendra más de 100.000 vehículos foráneos, que demandan espacios para circular y para aparcar.

La cifra de acumulación de coches en la almendra es muy conservadora, pues al considerar sólo la diferencia entre los vehículos que entran y salen de la almendra, se supone que los espacios dejados por los vehículos que salen, son ocupados por los que ingresan, lo que no siempre es cierto, pues muchos de quienes salen disponen de aparcamiento privado, que no queda disponible para el uso por quienes ingresan a dicha zona.

Ahora bien, dado que el 77% de los usuarios del coche que acceden cada día a la almendra desde las otras coronas lo hace por motivos de trabajo o estudio (CRTM, 1998), el tiempo de aparcamiento es de larga duración y se produce principalmente sobre el viario, pues más del 70% de esos viajeros, manifestaba que disponía de aparcamiento libre en la calle.

Tabla 7.16: El flujo diario de coches en relación con la almendra y la hora en 1996

Hora	Vehículos Entrando	Vehículos Saliendo	Vehículos Acumulados	Hora	Vehículos Entrando	Vehículos Saliendo	Vehículos Acumulados
6:00	4.404	6.707	-2.304	16:00	18.447	33.306	65.904
7:00	17.018	3.046	11.669	17:00	20.960	15.250	71.614
8:00	54.344	17.908	48.105	18:00	15.610	23.830	63.393
9:00	64.759	26.452	86.412	19:00	11.659	22.502	52.550
10:00	21.359	9.740	98.032	20:00	10.485	27.243	35.792
11:00	8.138	4.722	101.448	21:00	14.294	33.839	16.247
12:00	6.344	4.851	102.941	22:00	6.792	16.445	6.595
13:00	5.174	6.603	101.512	23:00	3.576	7.762	2.408
14:00	7.810	12.754	96.568	0:00	1.334	4.249	-507
15:00	16.000	31.805	80.762	Total	308.505	309.012	-507

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998).

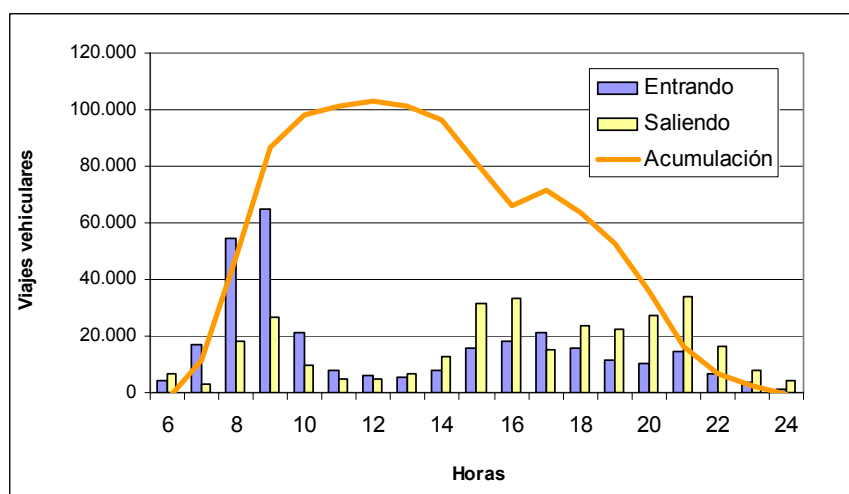


Figura 7.14: Tráfico de vehículos entrando y saliendo de la almendra de Madrid de acuerdo con la hora del día en 1996

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con EDM'96 (CRTM, 1998).

Las estadísticas del Ayuntamiento de Madrid, señalan que los distritos de la almendra contaban en 1996 con 6,4 millones de m² de viario local, por lo cual, y si se aplican los indicadores de área para aparcar referidos por Alonso (2004), esta zona debe disponer de alrededor de 770.000 m² de ese espacio viario (12%), sólo para albergar a los vehículos remanentes que llegan desde las otras coronas, con la presión que eso significa para los desplazamientos y para la realización de las actividades cotidianas.

De acuerdo con las potencialidades de transferencia, aplicadas a la diferencia entre los coches que ingresan y salen cada día de la zona más densa, los ahorros que tendría la almendra en términos de superficie para dedicar a otros usos, son los que se relacionan en la tabla 7.17.

Tabla 7.17: Espacio de aparcamiento a liberar en la almendra de acuerdo con la transferencia potencial desde el coche - 1996 (m²/día).

	<i>Sin cambios</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Superficie potencial a liberar en la almendra (m ²)	140.210	189.610	230.390

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998) y Alonso (2004)

Teniendo en cuenta que una de las variables que ejerce más influencia en el uso del coche es la disponibilidad de aparcamiento en el destino (Bovy, 1999; May, 1999; Mezghani, 2002; Pozueta, 2000; Tsamboulas, 2001), en el caso de la almendra, en el que cerca del 90% de los viajeros de coche decía disponer de un espacio para aparcar libremente en la vía o en áreas exclusivas, pequeños cambios orientados a intervenir en la disposición y coste del aparcamiento, disuadirán con mayor eficacia, que otras medidas, el uso del coche para muchos de los desplazamientos (Espino, 2003) y en particular para los de trabajo y estudio, que son de larga duración.

7.3.2.2 Espacio de circulación a liberar.

En la descripción de los objetivos se hizo mención a la necesidad de establecer si era posible reducir la utilización del coche particular para los desplazamientos en las zonas densas de las ciudades. La unidad de medida fundamental son los vehículos - km ahorrados, que se traducen en reducción de la emisión de contaminantes, ruido y consumo de recursos. En este caso, algunos de esos efectos ya han sido medidos desde el punto de vista económico, pero otros como el espacio físico no están debidamente considerados.

En los proyectos de transporte una de las variables que más influye sobre los beneficios es el tiempo de viaje, por sus magnitudes y por su alto valor específico. Los ahorros de tiempo se logran generalmente a través de la construcción de infraestructuras, que incrementan la capacidad en puntos determinados e influyen sobre los itinerarios de los flujos de tráfico, los cuales, para evitar congestiones, realizan grandes rodeos, que se convierten en aumentos de los desplazamientos. Individualmente se gana tiempo,

pero socialmente se puede producir un mayor consumo de recursos y por lo tanto, mayores costes externos.

Un ejemplo de esa situación es el proyecto de soterramiento y reforma de la M-30, que es una vía circunvalar que sirve de límite a la almendra de Madrid (Monzón et al, 2005a). La modelización con fines de evaluación señaló que en el caso del soterramiento, los usuarios de la almendra, ahorrarían en promedio un 5,4% de tiempo, por cuanto en vez de realizar sus desplazamientos cotidianos a través de la zona densa, buscarían la vía de circunvalación. Pero, así mismo, se observó que la distancia a recorrer aumentaría en promedio en un 2,5%. Es este un claro ejemplo del enfrentamiento que en ocasiones ocurre entre los costes para la sociedad y los beneficios individuales.

En el caso de las transferencias en la almendra, se hace mención a la posibilidad de evitar que se realicen unos desplazamientos en coche, que podrían ser realizados en modos alternativos, sin afectar sus presupuestos de tiempo y sus actividades cotidianas.

Desde el punto de vista del espacio viario para los desplazamientos, los beneficios estimados por la transferencia potencial, son los que se presentan en la tabla 7.18, valores de por sí conservadores dado que se ha supuesto que se demandará una oferta adicional de transporte público, que en la generalidad de los pares origen – destino, no se necesita.

Los impactos más significativos se presentan al interior de la almendra y en las vías que unen a ésta con la periferia. Ese remanente vial podría y debería reorientarse para proveer espacios de circulación para los peatones y para los usuarios de la bicicleta, evitando que quede disponible para los viajeros en coches, que no es lo deseable.

Tabla 7.18: Viario de circulación a liberar por la transferencia potencial de usuarios del coche a modos alternativos en 1996 ($m^2 \cdot h/km$).

<i>Área por viajero en movimiento</i>	<i>Sin cambios en tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Dentro de la Almendra	404.208	515.018	646.705
Almendra – Periferia	1.525.423	2.220.884	2.731.576
Almendra – Metropolitana	258.363	258.363	258.363
Total	2.187.995	2.994.265	3.636.645

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998) y Alonso (2004)

7.3.2.3 Energía ahorrada

Una de las más grandes diferencias entre los modos de transporte se relaciona con la cantidad de energía requerida para el desplazamiento de un viajero durante un trayecto determinado. De ahí se desprenden además de contabilizaciones sobre los consumos de combustibles, estimaciones relacionadas con las emisiones de contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero, aspectos a que se hará referencia en el siguiente punto.

Con la posibilidad de transferencia de viajeros del coche a los modos alternativos en la almendra de Madrid, se pueden lograr ahorros energéticos como los que se presentan en la tabla 7.19 y que están en consonancia con los factores de consumo de energía expresados en la tabla 3.1.

Tabla 7.19: Ahorro energético gracias a la transferencia modal en la almendra de Madrid en 1996. (Megajoules/día)

<i>Energía ahorrada</i>	<i>Sin cambios en tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Dentro de la Almendra	404.208	515.018	646.705
Almendra - Periferia	1.525.423	2.220.884	2.731.576
Almendra - Metropolitana	258.363	258.363	258.363
Total	2.187.995	2.994.265	3.636.645

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998) y Ajuntament de Barcelona (2004)

La cantidad de energía que puede ser ahorrada es equivalente a entre 466 y 764 barriles de petróleo diarios que dejarían de ser consumidos en los viajes relacionados con la almendra y que, además de los impactos económicos correspondientes, tienen repercusiones sobre el medio ambiente.

7.3.2.4 Reducción en la emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero.

El consumo de combustibles fósiles desencadena la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y, de contaminantes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), partículas que permanecen en suspensión (PM₁₀) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), principalmente. Dada la potencialidad de transferencia de viajes y por ende la reducción en el uso de estos combustibles, se hace una cuantificación de las emisiones que se evitarían.

De acuerdo con la metodología de Alcaide (2000), la proporción de vehículos de cada tipo en el tráfico de Madrid y la aplicación de los factores de emisión de la metodología COPERT III (EEA, 2000b), se establecen curvas de emisión para cada nivel de velocidad. Las figuras 7.15 y 7.16, son un ejemplo de las funciones de emisión que en el caso de los óxidos de nitrógeno y del dióxido de carbono, permiten hacer las estimaciones de los ahorros.

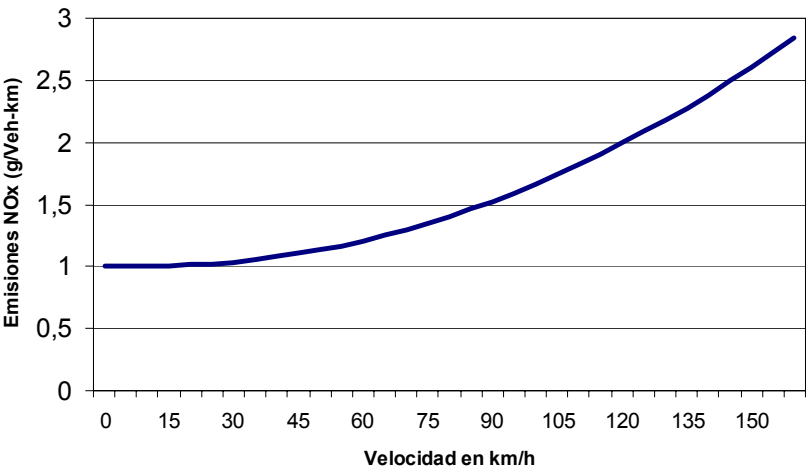


Figura 7.15: Función de emisión de óxidos de nitrógeno por el tráfico en Madrid
Fuente: Copert III (EEA, 2000b) y Alcaide (2000)

Los valores unitarios de emisión obtenidos a partir de las velocidades medias de los tres ámbitos geográficos de interés, se afectaron por el número de vehículos - km potencialmente transferibles, obteniendo las tablas 7.20 y 7.21, que describen los ahorros diarios que se lograrían en la zona densa de la ciudad de Madrid.

Tabla 7.20: Reducción de contaminates y CO₂ por las transferencias desde el coche. Madrid en 1996 (kg/ día)

	CO ₂	CO	VOC	NOx	SO ₂	PM ₁₀
Dentro de la Almendra	43.112	2.443	381	110	12	7
Almendra - Periferia	109.521	6.053	833	253	-4	4
Almendra - Metropolitana	14.146	815	99	64	-5	-1
Reducción total de emisiones (kg)	166.780	9.311	1.312	426	3	10

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998), COPERT III (EEA, 2000b) y Bayliss (2000)

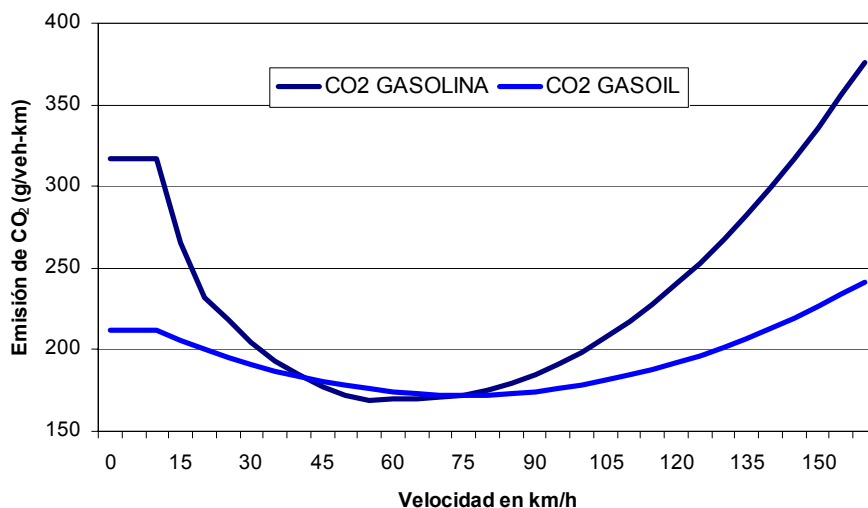


Figura 7.16: Funciones de emisión de CO₂ según el combustible usado en Madrid
Fuente: Copert III (EEA, 2000b)

Para el transporte público, para el que no se cuenta con esas funciones, se han utilizado las tasas medias de emisión referidas para Londres por Bayliss (2000), que se señalaron en la tabla 3.4, y que ofrecen para los turismos, valores similares a los obtenidos para el caso de Madrid. Se recalca la posición conservadora al suponer que los viajeros transferidos utilizarán una oferta de transporte público adicional a la actual.

Las estimaciones suponen ahorros importantes como las nueve toneladas de monóxido de carbono o las más de 166 toneladas de dióxido de carbono, que se dejarían de emitir diariamente gracias a la transferencia de viajeros. Estos ahorros podrían incrementarse en cerca de un 50%, si se consideran escenarios de aumento de los presupuestos de tiempo de viaje de los usuarios del coche, como se muestra en la tabla 7.21.

Tabla 7.21: Reducción potencial de contaminantes y de CO₂ en la almendra de Madrid en 1996 (kg/día). Diferentes escenarios de transferencias

Escenarios de tiempo de viaje	CO ₂	CO	VOC	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
Sin cambios en el tiempo de viaje	166.780	9.311	1.312	426	3	10
Con un Incremento de 10% en el tiempo	225.953	12.668	1.783	556	2	14
Con un Incremento de 20% en el tiempo	273.634	15.402	2.170	657	2	16

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998), COPERT III (EEA, 2000b) y Bayliss (2000)

7.3.2.5 Impactos sobre el transporte público

Además de las cifras relacionadas con los viajeros que potencialmente podrían transferirse a esos modos, se pretende hacer una contabilización de los ingresos monetarios, que por concepto de las tarifas podrían ser percibidos.

Se considera que la oferta de transporte público vigente es suficiente y apropiada para acoger a los nuevos usuarios, sin que las condiciones de calidad se deterioren, ya que el número de viajes transferibles desde el coche es marginal frente a las demandas y frente a la oferta de plazas en estos modos.

Lo anterior es ratificado por las cifras, que para el año de 1996 señalaban una oferta de 138,8 millones de plazas – km diarias en la Comunidad de Madrid (Guerrero, 2003 y CRTM, 1997), equivalentes de acuerdo con la distancia media de desplazamiento a 14,2 millones de plazas – viaje, para una demanda que en ese año era de 3,3 millones de viajeros (EDM'96); es decir que, en promedio, sólo una de cada cuatro plazas, estaba siendo ocupada. No obstante, en las horas punta tanto de la mañana como de la tarde, se concentra gran parte de la demanda de uso del coche (viajes de trabajo y de estudio).

De esta forma, considerando que para 1996, los ingresos por viaje para los dos modos principales de transporte público en la almendra, eran en promedio de 0,396 € en los autobuses y de 0,310 € en el Metro (Ministerio de Fomento, 1997), la tabla 7.22 señala los beneficios financieros que se obtendría por el cambio modal y que podrían dedicarse al mejoramiento de la calidad del servicio, por ejemplo.

Tabla 7.22: Beneficios financieros por los ingresos tarifarios asociados con las transferencias al transporte público en 1996 (€/año)

	<i>Sin cambios en tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento</i>	<i>Con 20% de incremento</i>
Dentro de la Almendra	3.850.487	5.026.009	6.320.660
Almendra – Periferia	11.740.749	16.452.657	20.344.749
Almendra – Metropolitana	975.898	975.898	975.898
Total	16.567.134	22.454.564	27.641.307

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1997 y 1998) y Ministerio de Fomento (1997).

En general y como acaba de observarse, los beneficios derivados del cambio hacia un reparto modal más consistente con los costes que soporta la sociedad, pueden ser en las áreas céntricas de muchas ciudades muy significativos y crecientes dados entre otros, el crecimiento poblacional y la mayor disposición a pagar por ambientes menos contaminados.

Las singularidades económicas, sociales, ambientales y de distribución de la población y de las actividades de cada ciudad, hacen que las medidas a aplicar deban ser estudiadas y evaluadas con detenimiento, por lo que la generalización de recomendaciones no es conveniente. De acuerdo con experiencias como las de Francia (Bonnel et al; 2003), se observa una mayor potencialidad de transferencia en ciudades más pequeñas que grandes y de carácter monocéntrico, especialmente por la mayor competitividad de los modos no motorizados, que se asocia con las distancias y tiempos de viaje.

Finalmente y como se mencionó en el capítulo cuarto, para conseguir ese cambio y por ende esos beneficios, en la mayoría de los casos no es suficiente con el mejoramiento del transporte público y de los modos no motorizados, sino que esas medidas deben ir acompañadas de estrategias de disuasión que cambien la percepción que en la actualidad tienen los usuarios del coche. De otra forma, se corre el riesgo de que sólo se consiga una transferencia entre los modos más sostenibles, que no es el objetivo buscado.

7.4 SÍNTESIS

A continuación se relacionan algunos de los aspectos más relevantes:

1. En este capítulo se ha hecho referencia a la cuantificación del potencial de transferencias desde el coche en la almendra de Madrid, a la estimación de los beneficios que se podría obtener y que por ende justifican y exigen que se tomen las medidas pertinentes y, se han presentado brevemente algunas experiencias obtenidas en la misma ciudad de Madrid y en otros casos como el de Londres, en relación con las medidas más adecuadas para conseguir que esa transferencia potencial o latente se pueda hacer realidad.

2. Para el año de 1996, más de 940.000 viajes diarios se realizaban en coche en relación con la almendra de Madrid y de esos, más del 50% correspondían a desplazamientos de menos de 8 km (viajes cortos), muchos de los cuales se pueden realizar en modos alternativos al coche, en tiempos similares, con costes monetarios inferiores y con menos impactos negativos para la sociedad y el medio ambiente.
3. La dispersión de la población en las zonas periféricas y suburbanas y la concentración de las actividades del sector terciario (servicios) en las áreas densas, son determinantes para que se realice un número importante de viajes pendulares motorizados. Cuatro de cada cinco de los viajes motorizados que se relacionan con la almendra, tienen su origen o su destino fuera de ella. La mayoría de esos desplazamientos se hacen con motivo trabajo (asiduos usuarios del coche) y permanecen en la zona densa la mayor parte del día, con la presión que eso genera en términos de uso del espacio, de congestión y de contaminación.
4. Los costes socio-económicos por unidad de distancia para los viajes que se realizan en relación con la almendra de Madrid, indican que el coche (sin contar los viajes *a pie*) es entre un 30 y un 40% más costoso que los modos de transporte público, en razón de los costes de operación o explotación y como consecuencia de las externalidades negativas que genera para la sociedad y que hasta ahora no ha internalizado. La sociedad debe entonces establecer los mecanismos para que todos los costes se internalicen y para disuadir a los usuarios del coche de su uso.
5. La aplicación de la metodología señala que sin cambios en los tiempos de viaje, la potencialidad de transferencias equivale a un 11% de todos los vehículos-kilómetro en coche que se relacionan con la zona densa de Madrid y que de implementarse esa transferencia, la sociedad obtendría beneficios superiores a los 250.000 € diarios, la mayoría de los cuales vendría de los ahorros en los costes de operación o explotación y de la reducción de las externalidades. Por otra parte, la aplicación de políticas de disuasión a los coches, que se pueden traducir en incrementos en sus tiempos de viaje, haría incrementar esa posibilidad de transferencias más que proporcionalmente.
6. Por último, teniendo en cuenta que la implementación de estrategias para hacer realidad esa potencialidad de transferencias desde el coche, exige un

análisis riguroso y detallado de cada caso específico, las experiencias señalan que en general, las medidas más exitosas son aquellas que complementan la disuasión física o monetaria del uso del coche, con otras que mejoren la calidad del transporte público y de los modos no motorizados.

8. CONCLUSIONES, APORTACIONES Y PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

El objetivo de esta tesis era establecer una metodología de estimación del potencial de transferencia de viajeros del coche a otros modos más sostenibles en zonas densas, y evaluar los beneficios de esa transferencia para la sociedad. Tras el desarrollo de la misma, a continuación se relacionan las principales conclusiones, las aportaciones que el autor considera más relevantes y unas orientaciones sobre investigaciones futuras que en el marco de este trabajo cabría realizar.

8.1 CONCLUSIONES

De las actividades de investigación científica relacionadas con la revisión del estado del arte sobre la movilidad urbana, el reparto modal y los costes socioeconómicos del transporte, del análisis y propuesta metodológica y de la aplicación al caso específico de la zona densa de Madrid, se han sintetizado las siguientes conclusiones:

1. En las áreas urbanas densas, el reparto modal no es consistente con los costes que ocasionan y perciben los usuarios de cada modo. Se ha observado que el precio del transporte en estas zonas, no es una señal adecuada de los costes en que incurre la sociedad por la realización de los desplazamientos. Los modos de transporte con los más altos costes de explotación y con las mayores externalidades, como por ejemplo el coche, son más utilizados por unidad de distancia, que el transporte público o los viajes *a pie* o en bicicleta. La intervención de las administraciones para revertir esa situación es muy conveniente.
2. Se ha definido una metodología de evaluación de costes socio-económicos del transporte que permite cuantificar los beneficios de la transferencia modal en las zonas urbanas, desarrollando algunos trabajos de investigación anteriores y tomando en cuenta la valoración de las externalidades para las zonas densas, la diferenciación de acuerdo con el ámbito espacial y los costes de modos alternativos como la bicicleta o los desplazamientos *a pie*. A partir de esa evaluación de costes, se justifica la necesidad de que se promuevan y se realicen cambios en el reparto modal actual.

3. Se ha establecido una metodología de cuantificación y valoración del potencial de transferencia modal para ámbito urbano, tomando en cuenta la necesidad de mantener inalterado el sistema actual de actividades. Dicha metodología se basa en las variables objetivas más relevantes en las decisiones sobre la elección modal, como son los tiempos de viaje, los presupuestos de tiempo de los usuarios y los costes modales.
4. Se ha profundizado en el concepto de presupuesto diario de tiempo para viajar. Si los individuos cuentan con un presupuesto fijo de tiempo dedicado al transporte, los ahorros provenientes de los aumentos de velocidad sólo conducirán a que los usuarios intenten hacer más desplazamientos cada día o a hacerlos a mayores distancias. Si la sostenibilidad del transporte se asocia con la realización de menos viajes, con la menor utilización del coche y con la potenciación de los modos alternativos a éste, la gestión de la velocidad de los modos privados (coches) y del presupuesto de tiempo de viaje, serán elementos fundamentales.
5. Se ha profundizado igualmente en el concepto de bucle o circuito, como un esquema alternativo a la definición tradicional de viaje. Este concepto permite describir mejor la elección modal, considerándola dependiente de las características del usuario, del modo y del sistema de actividades, así como de los desplazamientos previos y posteriores del viajero.
6. Se ha caracterizado la elección modal de acuerdo con el ámbito geográfico, la edad, el género y los motivos de los desplazamientos, elementos que pueden aportar luces a las decisiones de las administraciones. Así, para el caso de estudio de Madrid, se ha observado que:
 - a. Hay una relación estrecha entre los motivos y las edades; los menores de 25 años viajan prioritariamente por razones de estudio (85%), más del 90% de los viajes de los mayores se enmarcan en el motivo *otros* (compras, ocio, visitas) y la población adulta (de 25 a 64 años) viaja principalmente por trabajo. No obstante, éstos últimos tienen una mayor diversificación que los otros grupos de edad y una marcada direccionalidad; como ejemplo baste citar que mientras a la almendra de Madrid entran más de 500.000 viajes diarios por motivo de trabajo, salen de esa zona apenas 120.000.

- b. En relación con la edad y el género, mientras los más jóvenes y los mayores son quienes más viajan *a pie*; los adultos y especialmente los hombres, son los que más utilizan el coche, que se asocia con su participación laboral (el 60% de los viajes de trabajo son realizados por hombres). En cuanto al transporte público, las mujeres utilizan más el autobús y los hombres los modos ferroviarios (mayores distancias de viaje y mayor fiabilidad en los horarios) y, en el grupo de los mayores, se observa una marcada predilección por el autobús frente a los modos ferroviarios, posiblemente por la accesibilidad al sistema y al vehículo, y por la reducción de trasbordos.
7. De acuerdo con el caso de estudio, más del 50% de los desplazamientos que se realizan diariamente en coche en relación con la almendra de Madrid, recorren distancias inferiores a 8 km, y apenas un 25% supera los 15 km de distancia. Muchos de esos desplazamientos se podrían realizar *a pie*, en bicicleta o en transporte público, en un tiempo similar al del coche, con costes monetarios inferiores y con menores impactos negativos para la sociedad y el medio ambiente. La aplicación de la metodología de transferencias señala que más de 168.000 viajes se podrían realizar en los modos alternativos al coche, como se muestra en La tabla 8.1.

Tabla 8.1: Potencial de transferencia del coche a los modos alternativos, sin cambio en el sistema de actividades en la almendra de Madrid en 1996.

Área de Interés	<i>A pie</i>		<i>Bicicleta</i>		<i>Transporte Público</i>		<i>Transferibles</i>	
	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km	Viajes	Viajes-km
En la almendra	16.197	14.052	18.848	50.330	29.801	180.769	64.846	245.151
Almendra - Periferia			5.080	14.503	90.868	826.432	95.948	840.935
Almendra - Metropo.					7.553	141.182	7.553	141.182
Total	16.197	14.052	23.928	64.833	128.222	1.148.383	168.347	1.227.268

8. Dentro de la almendra de Madrid se ha estimado que uno de cada tres viajes es potencialmente transferible a los modos más sostenibles. De esos, más de la mitad podría realizarse *a pie* o en bicicleta. Para que esa potencialidad se convierta en realidad, es necesario que la administración profundice en las políticas de disuasión al uso del coche (restricciones al aparcamiento y tarificación vial), provea más y mejores vías peatonales, construya redes de vías

ciclistas adecuadamente comunicadas y equipadas, y limite las velocidades del tráfico, principalmente.

9. El transporte público es la alternativa más adecuada en ámbitos geográficos con alta densidad y distancias medias. Este es el caso de los viajes entre la almendra y la periferia del municipio de Madrid, siendo entonces apropiadas las políticas orientadas a dar prioridad al autobús, a ampliar la accesibilidad, la cobertura y la calidad de los servicios y, a promover y mantener sistemas tarifarios integrados y competitivos, principalmente.
10. De acuerdo con el caso de estudio, los costes de operación, los costes de infraestructuras y, especialmente las externalidades, señalan la necesidad de que todos los costes sean internalizados para favorecer una elección modal acorde con la maximización de beneficios desde el punto de vista de la sociedad. En la tabla 8.2 se presenta un resumen de los costes socioeconómicos enunciados y se observa por ejemplo que el coche es, entre un 25 y un 30% más costoso que los modos de transporte público, con los que compite en ese ámbito.

Tabla 8.2: Los costes socioeconómicos de los viajes relacionados con la almendra de Madrid en 1996 (€/viajero-km)

<i>Costes del transporte</i>	<i>A pie</i>	<i>Bicicleta</i>	<i>Metro</i>	<i>Autobús</i>	<i>Coche</i>
Costes de operación o explotación	0,0000	0,0350	0,1141	0,1402	0,2524
Costes Infraestructuras	0,0000	0,0026	0,0167	0,0012	0,0046
Costes de Tiempo	1,2550	0,5333	0,3094	0,3094	0,2602
Costes externos	0,0000	0,0000	0,0055	0,0336	0,0978
Costes totales	1,2550	0,5709	0,4457	0,4844	0,6150

11. Se ha estimado que el tiempo diario que los ciudadanos de Madrid le dedican al transporte es de 58 minutos. Esta cifra es inferior al presupuesto de tiempo de viaje establecido para otras ciudades, que varía entre los 66 y los 78 minutos diarios. De esta forma, el tiempo de viaje de muchos usuarios del coche es susceptible de aumentar y, por ende, se puede conseguir un incremento del potencial de transferencia hacia modos cuyas velocidades se pueden mantener constantes. La figura 8.1 muestra los valores medios del tiempo de viaje diario en Madrid y su comparación con los presupuestos de otras ciudades.

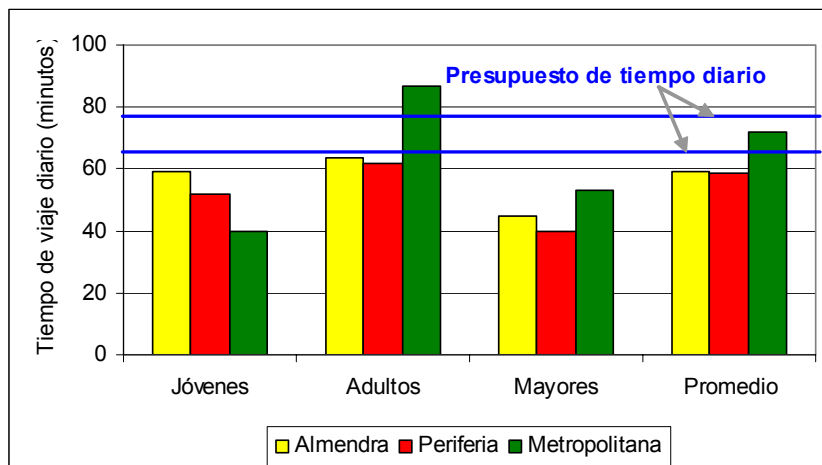


Figura 8.1: Tiempo de viaje diario en los viajes relacionados con la almendra de Madrid y presupuestos de tiempo de viaje diario de otras ciudades.

12. El potencial de transferencias señala que el 11% de todos los viajeros-km que se producen en coche, podrían cambiar hacia los modos alternativos sin sufrir modificación alguna en sus actividades cotidianas, ni en sus tiempos de viaje. Ese potencial puede crecer hasta el 18,1% en el caso de que los tiempos de viaje en el transporte en coche crecieran hasta en un 20% en promedio, que sería un límite apropiado de acuerdo con los presupuestos de tiempo típicos de otras ciudades. La tabla 8.3 resume esos resultados.

Tabla 8.3: Potencial de transferencia modal desde el coche en la almendra de Madrid en 1996 (viajeros - km). Diferentes escenarios.

Área de Interés	Sin cambios en el tiempo	Con 10% de incremento	Con 20% de incremento
Dentro de la almendra	245.151	305.703	377.663
Almendra - Periferia	840.935	1.220.968	1.500.035
Almendra - Metropolitana	141.182	141.182	141.182
Viajes - km transferibles	1.227.268	1.667.853	2.018.880
Cambio potencial (%).	11,0%	15,0%	18,1%

Fuente: Elaboración propia a partir de CRTM (1998)

13. Para el caso de Madrid, los beneficios socioeconómicos de carácter cuantificable que la sociedad obtendría por la transferencia de los viajeros del coche a los

modos alternativos, son los que se muestran en la tabla 8.4, que se presentan diferenciados de acuerdo con el escenario de tiempo correspondiente.

Tabla 8.4: Beneficios socio-económicos de las transferencias desde el coche en los diferentes escenarios en la almendra en 1996 (€/día)

<i>Costes</i>	<i>Sin cambios en el tiempo</i>	<i>Con 10% de incremento en el tiempo de viaje</i>	<i>Con 20% de incremento en el tiempo de viaje</i>
Operación o explotación	161.444	216.615	260.573
Infraestructuras	-4.796	-6.712	-8.239
Tiempo	0	-21.639	-38.880
Externalidades	97.520	131.991	159.455
Total Costes	254.167	320.255	372.909

14. Además de los beneficios socioeconómicos, el logro de esas transferencias supondrá una liberación significativa de recursos, que quedarán disponibles para ser dedicados a otras actividades: energía dejada de consumir, espacios de aparcamiento y de circulación que deberían usar los modos alternativos, recursos financieros provenientes de los mayores ingresos del transporte público, menor emisión de contaminantes, entre otros.
15. Finalmente, existe un número significativo de desplazamientos que se realizan desde áreas suburbanas alejadas y de baja densidad, para los cuales no existen alternativas que sustituyan adecuadamente al coche. Este es el caso de algunos de los viajes entre las coronas metropolitana y almendra de Madrid. La potenciación de aparcamientos de disuasión en las estaciones de transporte público y la reorientación de las políticas de uso de suelo, pueden ayudar a reducir el ingreso de coches a la zona más densa y evitar la dispersión de la población, respectivamente.

8.2 APORTACIONES

El autor, a través de las actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos, considera que se han realizado aportes significativos al conocimiento del transporte urbano y de las relaciones entre éste y el sistema de actividades, entre los que cabe destacar:

1. Conceptualización de la relación entre el desarrollo económico, la evolución del transporte y los cambios en la estructura urbana, haciendo énfasis en los impactos que el coche y los incrementos de velocidad de los modos de transporte motorizados han ejercido sobre la dispersión urbana y, por ende, en el círculo vicioso del transporte.
2. Establecimiento de una metodología para la determinación del potencial de transferencia de viajes desde el coche a los modos alternativos, teniendo en cuenta los tiempos, los presupuestos de tiempo, las características de los usuarios, los motivos de viaje y el ámbito geográfico. Esta metodología se ha validado con una aplicación al caso específico de la zona densa de Madrid, considerando especialmente los desplazamientos *a pie* y en bicicleta.
3. Contextualización de los denominados presupuestos de tiempo de viaje, estimación para la zona densa de Madrid, aplicación al caso de las transferencias de viajes y recomendaciones para la revisión del paradigma del tiempo de viaje como principal beneficio de los proyectos de transporte.
4. Revisión, actualización y aplicación de la metodología de determinación de costes socioeconómicos del transporte en zonas urbanas densas. Aplicación al caso de Madrid y establecimiento de costes para cada uno de los modos de transporte en competencia en esa área.
5. Caracterización de los viajes y de los viajeros en la zona densa de Madrid. Determinación de distancias y tiempos medios de viaje por modo y por ámbito geográfico y determinación de las relaciones entre el perfil y la elección de los diferentes modos de viaje.
6. Se ha creado un contexto científico sólido para fundamentar la aplicación de estrategias de transporte sostenible, de acuerdo con los presupuestos de tiempo, los incrementos de la velocidad y los costes socioeconómicos, en los desplazamientos en las zonas urbanas densas.
7. Se ha mejorado el procedimiento de cuantificación de los beneficios que se derivan de los procesos de transferencia desde el coche a los modos más sostenibles. Los que finalmente permitirán justificar las estrategias que se orienten a ese propósito.

8.3 RECOMENDACIONES RELACIONADAS CON FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

A continuación se sugieren algunos temas de investigación que se consideran complementarios o que se podrían basar en los resultados de esta tesis:

1. Aplicación de la metodología de cuantificación del potencial de transferencia en un proceso dinámico que tome en cuenta los impactos sobre el tráfico. Considerando que los impactos no son marginales, la transferencia de viajeros inducirá cambios importantes en los parámetros del tráfico, que hacen necesaria la realización de nuevas evaluaciones de transferencia, en un proceso iterativo de búsqueda del equilibrio modal.
2. Aplicación de la metodología de cuantificación y valoración de las transferencias al caso de Madrid, pero a partir de la encuesta domiciliaria de 2004. Análisis de las transferencias potenciales tomando en cuenta las modificaciones que se han dado en los parámetros considerados relevantes para el cambio modal.
3. Análisis y evaluación de la pertinencia de la metodología en ciudades de menor tamaño, tomando en cuenta la influencia de distancias, densidades, tasas de motorización, número de viajes per cápita, accesibilidad del transporte público, entre otras variables.
4. Descripción, análisis y evaluación del impacto que sobre el reparto modal, han ejercido las medidas que en el ámbito del transporte sostenible se han realizado en Madrid entre 1996 y 2005. Entre esas medidas se destacan la política de regulación del aparcamiento, la ampliación del Metro, la peatonalización de sectores históricos y la disposición de carriles bus, principalmente.
5. Modelización de los efectos que determinadas medidas aplicadas aislada o conjuntamente, pueden ejercer sobre la transferencia modal. Entre estas, se hace mención a la magnitud de las tarifas de aparcamiento, la aplicación de peajes de área, los cambios en las frecuencias del transporte público, la reducción en la velocidad máxima del tráfico en zonas específicas.

6. Modificación de los algoritmos de reparto modal de los modelos de demanda a partir del grado de accesibilidad al transporte público. En este enfoque habría que tener en cuenta la edad, el motivo y las particularidades de uso, como por ejemplo el hecho de que en Madrid, las personas mayores elijan hasta tres veces más el autobús que el Metro.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) **Agencia Tributaria de España (2005).** Estudio relativo al año 1999 - Impuestos especiales. Impuesto sobre hidrocarburos. En: <http://www.aeat.es>
- 2) **Ajuntament de Barcelona (2004).** Mobilitat sostenible. Sector de Manteniment i serveis. Barcelona.
- 3) **Alcaide, T. (2000).** Efectos ambientales del tráfico urbano: evaluación de la contaminación atmosférica en Madrid. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- 4) **Alfayate, M. (2004).** La política de la Unión Europea en relación a la movilidad y a la energía en el área de transporte. Memorias del curso de Movilidad y consumo de Energía. Universidad Complutense. El Escorial, España
- 5) **Alonso, J.A. (2004).** Movilidad y Consumo de energía. Memorias del curso de Movilidad y consumo de Energía. Universidad Complutense. El Escorial, España
- 6) **Anastasiadis, S. (2004).** Reconciling environmental and social transport policies. T&E. European Federation for Transport and Environment, Brussels.
- 7) **Aparicio, A. (1999).** Estrategias de gestión de la demanda. Experiencias europeas. Ponencia para las IV Jornadas de carreteras, transporte y medio ambiente en la Unión Europea. Las Palmas de G. Canaria, España.
- 8) **Armstrong Wright, A. (1986).** Urban Transit System. Guidelines for examining options. WTP 52. The World Bank, Washington.
- 9) **APTA (1998).** Transit Fact Book. American Public Transit Association. Washington
- 10) **APTA (2004).** Public Transportation National Summaries and Trends Statistics. American Public Transit Association. Washington D.C. en www.apta.com
- 11) **ATM (2000).** Las cuentas del transporte de viajeros en la región metropolitana de Barcelona. UPC - UB. Autoritat del Transport Metropolità. Barcelona.
- 12) **Ausubel, J. et al. (1998).** Toward green mobility : The evolution of transport. European Review, Vol 6. Nº 2, 137-156

- 13) **Ayuntamiento de Madrid (1999)**. Tráfico en Madrid 1999. Rama de policía municipal, tráfico e infraestructuras, Madrid.
- 14) **Ayuntamiento de Madrid (2005a)**. Anuario estadístico. Dirección General de Estadística. En <http://www.munimadrid.es/principal/menus/publicaciones/anuarios>.
- 15) **Ayuntamiento de Madrid (2005b)**. Barómetro de economía urbana. Ciudad de Madrid. En: www.munimadrid.es/principal/menus/publicaciones/
- 16) **Azqueta, D. (1996)**. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw Hill, Madrid.
- 17) **Balcombe, R. et al. (2004)**. The demand for public transport: A practical guide. TRL Limited, London.
- 18) **Bamberg, S. et al. (2003)** Does habitual car use not lead to more resistance to change of travel mode? *Transportation* vol 30, 1
- 19) **Bayliss, D. (1995)**. The Growing Demand for Urban Mobility. Public Transport: The Challenge. 51º Congress. París
- 20) **Bayliss, D. (2000)**. Urban Development and its Implications for Mobility. En: UITP Conference Report, México.
- 21) **Boarnet, M. and Crane, R. (2001)**. Travel By Design. The influence or urban form on travel. Spatial information systems. Oxford.
- 22) **Bonnel, P. (1998)**. Movilidad en la conurbación urbana de Lyon. En Jornadas técnicas sobre la encuesta domiciliaria de movilidad en la Comunidad de Madrid. CRTM.
- 23) **Bonnel, P. et al. (2002)**. Lyon 21. Etude de faisabilité d'un système de transport radicalement différent pour la zone dense lyonnaise. Rapport final. LET-ADEME
- 24) **Bonnel, P. et al. (2003)**. Efficacité spatiale des réseaux de transport dans une perspective de réduction drastique de l'usage de la voiture- Applications aux zones denses parisienne et lyonnaise. 34 colloque de l'A.S.R.D.L.F.
- 25) **Bovy, P. (1999)**. Structure urbanine et répartition modale. Tendances globales effets sur les transport publics. *Transport Public International*. UITP.
- 26) **Brownstone, et al. (2003)**. Driver's willingness to pay reduce travel time: Evidence from San Diego. *Transportation Research Part A*. Vol 37. P 373-387.

- 27) **BTS (2003).** Highlights of the 2001 national household travel survey. U.S. Department of Transportation. Bureau of transportation statistics. En www.bts.gov
- 28) **Buchanan, C. (1973).** El tráfico en las ciudades. Editorial Tecnos. Madrid.
- 29) **Buckingham, C. and Collop, M. (1994).** Travel in London. Department of Transport and London Research Centre.
- 30) **Bull, A. (2003).** Congestión de tránsito. El problema y cómo enfrentarlo. Cuadernos de la Cepal número 87. Santiago de Chile.
- 31) **Capdet, M. (1998).** La movilidad cotidiana en la región metropolitana de Barcelona. En Jornadas Técnicas sobre la Encuesta Domiciliaria de Movilidad en la Comunidad de Madrid. CRTM.
- 32) **CAPRI (2001).** Concerted action on transport pricing research integration. Final Report. EU, RTD IV FP, Brussels.
- 33) **Castro R. y Mokate, K. (2003).** Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Editorial Alfaomega Colombia, Bogotá.
- 34) **Cervero, R. and Kockelman, K. (1997).** Travel Demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. Transportation Research D. 2, 3 pp 199-219.
- 35) **Chamorro, J. et al. (2004).** Identificación, análisis y evaluación de metodologías alternativas para la realización de grandes procesos de investigación de la movilidad. VI Congreso de Ingeniería de Transporte – CIT, Zaragoza, España.
- 36) **Chaparro, I. (2002).** Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en Bogotá. El caso Transmilenio. Cepal - Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile.
- 37) **Chen, C. and Mokhtarian, P. (2002).** TTB or not TTB that is the question: A review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets. Institute of Transportation studies. University of California.
- 38) **Comunidad de Madrid. (2003).** Anuario Estadístico 1985 - 2003. Instituto de Estadística y Consejería de Hacienda de la Comunidad Autónoma de Madrid. en www8.madrid.org/iestadis/ianu8503.htm
- 39) **Comunidad de Madrid (2005).** Información estadística. Instituto de Estadística. Consejería de Economía. En <http://www.madrid.org/iestadis/>

- 40) **CRTM (1995a)**. Balance Social del Transporte en la Comunidad Autónoma de Madrid. Estudio realizado por A. Monzón, M. Alcaide, M. J. Guerrero, J. Villanueva y C. Zamorano de la ETSI CCP Universidad Politécnica de Madrid.
- 41) **CRTM (1995b)**. Aproximación a a cuenta socioeconómica del transporte en Madrid – 1993. Estudio realizado por A. Monzón, M. Alcaide, M. J. Guerrero, J. Villanueva y C. Zamorano de la ETSI CCP Universidad Politécnica de Madrid.
- 42) **CRTM (1997)**. Memoria 1996. Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- 43) **CRTM (1998)**. Encuesta Domiciliaria de Movilidad en día laborable de 1996 en la Comunidad de Madrid. Análisis y síntesis de la movilidad, Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- 44) **CRTM (2003)**. Madrid: Referente Mundial. Consejería de obras públicas, urbanismo y transporte, Madrid.
- 45) **CRTM (2004)**. Memoria 2003. Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- 46) **Cristobal, C. et al. (2001)**. Public transport authorities: A way ahead to faster intermodality and public transport efficiency. European Transport Conference, Cambridge.
- 47) **Delluchi, M.(1998)**. Annualized social cost of motor-vehicle use in the U.S. 1990-1991. Institute of Transportation Studies. University of California. En WWW.engr.ucdavis.edu/publications/its
- 48) **DeMaio, P. and Gifford, J. (2004)**. Smart bikes succeed as public transportation in the United States. Journal of public transportation, vol 7, 2.
- 49) **Department for Transport (2004)**. Transport trends. 2004 edition. U.K. En www.dft.gov.uk
- 50) **Department of Transportation (2000)**. Summary of travel trends. Washington D.C.
- 51) **DGT (2000)**. Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación y mantenimiento del carril bici. Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior, Madrid.
- 52) **Dounes, J. and Morrell, D. (1981)**. Variation of travel budgets and trip rates in reading. Transportation Research 15A, pp. 47-53

- 53) **Duchene, C. (2000).** Evaluation tools for infrastructure investment and urban sprawl: Is there a link? Seminar on evaluation methodologies for infrastructure investments and urban Sprawl. EMCT/OCDE, Paris.
- 54) **EC (1995).** Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte: Opciones para la internalizaciones de los costes externos del transporte en la Unión Europea, Bruselas.
- 55) **EC (1998a).** White book on fair payment of infrastructure use, European Commission, Luxembourg.
- 56) **EC (1998b).** Quality indicators for transport systems – QUITs. Transport research fourth framework programme strategic transport. European Commission, Luxembourg.
- 57) **EC (1999a).** **COST 319.** Estimation of pollutant emissions from transport. Final report of the Action. DGT. European Commission, Luxembourg.
- 58) **EC (1999b).** Cycling: The way ahead for towns and cities. DG XI. European Commission, Luxembourg.
- 59) **EC (2001).** White Paper European Transport Policy for 2010: time to decide, European Commission, Luxembourg.
- 60) **EC (2003).** Panorama of Transport. Statistical overview of transport in the European Union. European Commission, Luxembourg.
- 61) **EC (2004a).** How Europeans spend their time everyday life of women and men. 2004 edition, Eurostat, European Commission, Luxembourg.
- 62) **EC (2004b).** Energy, transport and environment. Indicators. Data 1991 – 2001, European Communities, Luxembourg.
- 63) **EEA (2000a).** Are we moving in the right direction?- Indicators on transport and environment integration in the EU- TERM 2000, Environment issues series Nro. 12, European Environment Agency, , Copenhagen .
- 64) **EEA (2000b).** Computer programme to calculate emmissions from road transport – COPERT III. Methodology and emmissions factors. European Environment Agency, , Copenhagen.
- 65) **EEA (2001).** Indicators tracking transport and environment integration in the European Union. TERM 2001. European Environment Agency, , Copenhagen

- 66) **EEA (2002)**. Paving the way for EU enlargement. Indicators on transport and environment integration TERM 2002, Environment issues series Nro. 32, European Environment Agency, , Copenhagen.
- 67) **EMTA (2000)**. Towards a sustainable mobility in the European metropolitan areas. Review of public transport trends and policies in the EMTA metropolises, París.
- 68) **EMTA (2004)**. EMTA Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas. European Metropolitan Transport Authorities.
- 69) **Erba, V. (1989)**. Transformazioni territoriali e infrastrutture di trasporto. Clup, Milán.
- 70) **Espino, R. (2003)**. Análisis y predicción de la demanda de transporte de pasajeros. Una aplicación a dos corredores de transporte en Gran Canaria. Tesis Doctoral, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España.
- 71) **Esteban, A. y Sanz, A. (1996)**. Hacia la reconversión ecológica del transporte. Bakeaz. Bilbao.
- 72) **EVA (1991)**. Evaluation process for road transport informatics. EVA – Manual. FG-TU. Munich.
- 73) **Faiz, A. (1993)**. Automotive emissions in developing countries-relative implications for global warming, acidification, and urban air quality, Transportation Research, 27 A.
- 74) **Fontaine, E. (1999)**. Evaluación social de proyectos, Alfaomega. Bogotá.
- 75) **Frank, L and Pivo, G. (1994)**. Impacts of mixed use and density on utilization of three models of travel. Single-occupant vehicle, transit and walking. Transportation Research Record 1466, 44-52
- 76) **Friedrich, R. and Bickel, P. (2001)**. Environmental external costs of transport. Springer, Berlin.
- 77) **Frost, L. (1991)**. The New urban frontier: Urbanisation and city building in Australasia and American West. University of N.S.W. Press. Sydney.
- 78) **Garling, T. et al. (2000)**. Household choices of car-use reduction measures. Transportation Research Part A. 34 pp. 309-320

- 79) **Gifford, J. L. (2003).** Flexible Urban Transportation. American Development Bank in urban development (IDB). An Urban Continent. Sustainable Development Department. Technical Papers Series
- 80) **Grañeda, N. (2004).** Metodología para analizar los efectos sobre la movilidad de una ampliación trascendente de la red de Metro en un área urbana compleja. Aplicación al caso de Madrid. VI Congreso de Ingeniería de Transporte - CIT, Zaragoza, España.
- 81) **Gruden, D. et al. (2003).** Means of transportation and their effect on the environment. in: Traffic and environment. The handbook of environmental chemistry, 3 T, Springer, Berlin.
- 82) **Guerrero, M. (2003).** Metodología para la elaboración de una cuenta integrada de costes económicos, sociales y ambientales del transporte. Tesis Doctoral - UPM, Madrid
- 83) **Guerrero, M. y Monzón, A. (2003).** Cuenta Económica y Socio-Ambiental del Transporte Terrestre de Viajeros en la Comunidad de Madrid, 1996, Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- 84) **Gunn, H. and Worsley, T. (1999).** Implications of recent research into values of time for the classical model, forecast and appraisal. European Transport Conference. En: Transportation Planning Methods. Vol. 434. Cambridge.
- 85) **Gwilliam, K. (1996).** Transport in the city of tomorrow: The Transport Dialogue at Habitat II. The Transport Division of the World Bank, Istanbul.
- 86) **Halden, D. (2003).** Barriers to modal shift. Scottish Executive Social Research. Transport Research Series. Edimburgh.
- 87) **Hensher D. and Reyes A. (2000).** Trip chaining as a barrier to the propensity to use public transport. Transportation, vol 27, 4
- 88) **Hidalgo, D. (2003).** TransMilenio: The Bus Rapid Transit System of Bogota, in 55th UITP World Congress: "The challenges of integration turning multimodality into seamless mobility", Madrid.
- 89) **I-CE (2000).** The significance of Non-Motorised transport for developing countries. Strategies for policy development. World Bank. Utrecht, The Netherlands.

- 90) **INE (2003).** España en cifras 2000. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- 91) **INE (2004).** Encuesta de empleo del tiempo 2002-2003. Metodología y resultados nacionales. Instituto Nacional de Estadística, Madrid
- 92) **INE (2005).** Anuarios estadísticos de España. En http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuarios_mnu.htm
- 93) **IRIS PLAN (1998).** Regional Mobility Plan. Ministry of the Region of Brussels. Ovale. Bruselas.
- 94) **IWW/INFRAS (1995).** External costs of transport, UIC, Karlsruhe, Zurich.
- 95) **Izquierdo, R. (1997).** Gestion y financiación de las infraestructuras del transporte terrestre. Asociación Española de la Carretera, Madrid.
- 96) **Izquierdo, R. et al. (1994).** Transportes: Un enfoque integral. 2. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
- 97) **Jacobsson, C et al. (2002).** Effects of economics disincentives on private car use. Transportation, vol 29 Nro. 4
- 98) **JICA (1997).** Study of the Bogota Transportation Master Plan. Final Report. Japan International Cooperation Agency, Bogotá.
- 99) **Joly, I. (2004).** The Link between travel time budget and speed: A key relationship for urban space-time dynamics. Association for European Transport. Strasbourg.
- 100) **Jones, P. (1996).** Changing daily urban mobility. Less or Differently?. Round Table 102. ECMT, Paris.
- 101) **Kennedy, C. (2002).** A comparison of the sustainability of public and private transportation systems: Study of the Greater Toronto Area, Transportation, Vol 29, Nro 4.
- 102) **Kitamura, R. (1997).** A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in San Francisco bay area. Transportation 24 (2) pp 125 – 158.
- 103) **Knoflacher, H. (2000).** The Austrian practice. Seminar on Evaluation Methodologies for infrastructure investments and urban Sprawl, EMCT/OCDE, Paris.

- 104) **Lecler, S., et al. (2004).** Comparación entre sistemas de transporte público en ciudades europeas. El barómetro EMTA, VI Congreso de Ingeniería de Transporte – CIT, Zaragoza, España.
- 105) **Litman, T. (1999).** Transportation Cost Analysis. Sumary. Victoria Transport Policy Institute. En www.vtpi.org
- 106) **Litman, T. (2003).** Transportation Cost and Benefit Analysis. Techniques, estimates and implications. Victoria Transport Policy Institute. En www.vtpi.org
- 107) **Litman, T. (2004a).** Economic value of walkability. Victoria Transport Policy Institute. En www.vtpi.org
- 108) **Litman, T. (2004b).** Quantifying the benefits of nonmotorized transportation for achieving mobility management objectives. Victoria Transport Policy Institute. En www.vtpi.org
- 109) **Litman, T. (2005).** The future isn't what it used to be. Changing trends and their implications for transport planning. Victoria Transport Policy Institute. En www.vtpi.org
- 110) **Mackett, R. (2000).** How to reduce the number of short trips by car?. European Transport Conference. Vol P438 pp 87-98. Cambridge.
- 111) **Mackett, R. (2001).** Policies to attract drivers out their cars for short trips. Transport policy 8. pp 295-306.
- 112) **Mackett, R. (2003).** Why do people use their cars for short trips?. Transportation 30: 329-349. Kluwer Academic. Netherlands.
- 113) **Mackett, R. and Robertson S. (2000).** Potential for mode transfer of short trips: Review of existing data and literature sources. Centre for transport studies. London.
- 114) **Maibach, M. et al. (2000).** External Cost of Transport: Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe. INFRAS&IWW. UIC, France.
- 115) **Manheim, M. (1979).** Fundamentals of transportation systems analysis. The MIT Press.
- 116) **Martín, D., Cristobal, C., et al. (2004).** Niveles de accesibilidad y cobertura de la red de transporte público en la región de Madrid, VI Congreso de Ingeniería de Transporte – CIT, Zaragoza, España.

- 117) **Martínez, O. (2004).** Análisis agregado de la movilidad urbana y metropolitana en España. VI Congreso de Ingeniería de Transporte – CIT, Zaragoza, España.
- 118) **May, A. (1999).** Making the links: Car use and traffic management measures in the police package, ECMT/OECD. Workshop on managing car use for sustainable urban travel, Dublin.
- 119) **May, A. et al. (2003).** Guía para la toma de decisiones. Estrategias de Desarrollo sostenible de usos del suelo y transporte. Prospects D15. Comisión Europea
- 120) **Mayeres, I. (2002).** Taxes and Transport Externalities. Energía, Transport and Environment. Working Paper Series 2002-11. Center for Economic Studies. K.U. Leuven. Belgium
- 121) **Mezghani, M. (2002).** For an integrated policy of urban mobility. International Union of Public Transport, Brussels.
- 122) **Metz, D. (2004).** Travel time constraints in transport policy. Transport 157. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, UK.
- 123) **Méyere, A. (2003).** La cuenta de la región de Paris, Ile de France. Ponencia presentada en el Seminario Internacional sobre la cuenta económica y socioambiental del transporte de viajeros, Madrid.
- 124) **Ministerio de Fomento (1996).** Manual para la evaluación de inversiones de transporte en ciudades. Serie Monografías. Consultor EPYPSA. Madrid
- 125) **Ministerio de Fomento (1997).** Los transportes y los servicios postales, Informe anual 1996, Madrid.
- 126) **Ministerio de Fomento (2000).** Encuesta de movilidad de las personas residentes en España – Movilia. Madrid.
- 127) **Ministerio de Fomento (2004).** Los transportes y los servicios postales, Informe anual 2003, Madrid.
- 128) **Ministerio de Medio Ambiente (2004a).** Observatorio de la movilidad metropolitana. Centro de Investigación del Transporte – Transyt, Madrid.
- 129) **Ministerio de Medio Ambiente (2004b).** Perfil ambiental de España 2004. Informe basado en indicadores. Centro de publicaciones, Secretaría técnica de Medio Ambiente, Madrid.

- 130) **Minken, H. et al. (2003).** A Methodological Guidebook. Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies. Prospects D14. Comisión Europea. Oslo.
- 131) **Miralles-Guasch, C. (2002).** Ciudad y Transporte. El Binomio Imperfecto. Ariel, Barcelona.
- 132) **Mokate, K. (2004).** Evaluación financiera de proyectos de inversión. Editorial Alfaomega Colombia, Bogotá.
- 133) **Mokhtarian, P. and Salomon, I. (2001).** How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations. Transportation Research Part A. 35 p. 695-719. Elsevier
- 134) **Monzón, A. (2003a).** Gestión del transporte metropolitano. Centro de investigación del Transporte – Transyt. Universidad Politécnica de Madrid.
- 135) **Monzón, A. (2003b).** Integrated policies for improving modal split in urban areas. 16th ECMT Symposium. Budapest.
- 136) **Monzón, A. and Vega, L. (2003).** Policy implications of comparative economic, environmental and social costs in Madrid. European Transport Conference. Strasbourg.
- 137) **Monzón, A., Vega, L. y otros (2005).** El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid. En: Revista de obras públicas, abril, N° 3454, Madrid.
- 138) **Monzón, A. y Pardeiro, A. M. (2005).** La reconversión de la M-30. De cinturón interurbano a distribuidor. En: Revista Carreteras, AEC, Madrid.
- 139) **Monzón, A., Vega, L. y Pardeiro, A. (2005).** Assessment of the effects of improving the Madrid inner ring road to a more balanced and sustainable metropolitan mobility. European Transport Conference. Strasbourg.
- 140) **Newman, P. and Kenworthy, J. (1989).** Cities and Automobile Dependence. An International Sourcebook. Gower, Aldershot, England.
- 141) **Newman, P. and Kenworthy, J. (1999).** Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence. Island Press, Washington.
- 142) **O’Flaherty, C. et al. (1997).** Transport planning and traffic Engineering, Arnold, London.

- 143) **OECD (1995).** Reducción del Ruido en el entorno de las Carreteras. Serie Monografías, MOPTMA, Madrid
- 144) **OECD (2001).** Assessing the benefits of transport. European Conference of Ministers of Transport, París.
- 145) **OECD (2002).** Policy Instruments for achieving environmentally sustainable transport. Organisation for Economic Cooperation and Development, París.
- 146) **Offner, J. (1992).** Les effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique. En : *L'espace Geographique*, 3.
- 147) **Ortuzar, J. (1995).** Confidence intervals and the social value of travel time savings. The 23rd European Transport Forum: Models and applications. Proceedings of seminar F.
- 148) **Ortuzar, J. (2000).** Modelos de demanda de Transporte. Alfaomega. México.
- 149) **Ortuzar J. and Willumsen L.G. (1994).** Modelling Transport. 2. Ed. John Wiley and Sons, Chichester.
- 150) **Ortuzar, J. and Rizzi, L. (2005).** Valuation of transport externalities for stated choice methods. En P. Coto-Millan (ed.), *Essays in Transport Economics*. Springer-Verlag, Berlin.
- 151) **Pozueta, J. (2000).** Movilidad y planeamiento sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y al movilidad en el planeamiento y el diseño urbano. Cuadernos de investigación urbanística, Instituto Juan de Herrera, Madrid-
- 152) **Pucher J. et al. (1999).** Bicycling renaissance in North America?. Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A*, 33. pp 625 – 634
- 153) **RATP (2000).** Compte transport de voyageurs el coût des déplacements en Ile-de-France 1998, París.
- 154) **Rietveld, P. (2000).** Non motorised modes in transport systems: A multimodal chain perspective for the Netherlands. *Transportation Research – D* (5) 31-36.
- 155) **Rodrigue, J. (2003).** Transportation and Urban Form. En: <http://people.hofstra.edu.geotrans/end/gallery>.

- 156) **Rueda, S. (1997).** La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa. Ciudades para un futuro sostenible. En: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>
- 157) **Saelensminde, K. (2004).** Cost-benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A*, 38. pp 593 – 606.
- 158) **Salomon, I. and Mokhtarian, P. (1997).** What happens when mobility-inclined market segments face accessibility-enhancing policies?. *Transportation Research -D*, Vol 3. (3). 129-140.
- 159) **Sanz, A. (1997).** Movilidad y accesibilidad. Un escollo para la sostenibilidad urbana. Ciudades para un futuro sostenible. En: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a013.html>
- 160) **Schade, J. and Schlag, B. (2003).** Acceptability of transport pricing strategies. Elsevier, Oxford.
- 161) **Schafer, A. (1998).** The global demand for motorized mobility. *Transportation Research, Part A. Police and Practice*, vol. 32, p. 455-477.
- 162) **Schafer, A. (2000).** Regularities in travel demand. An international perspective. *BTS, Journal of transportation and statistics*, vol 3. N° 3, Washington.
- 163) **Schafer, A. and Victor, D. (1997).** The future Mobility of the world population, Center for technology, police and industrial development, en *Scientific American*, Cambridge.
- 164) **Schafer, A. and Victor, D. (2000).** The future Mobility of the world population. *Transportation Research -A* (34). 171-2001.
- 165) **Scheurer, J. (2001).** Urban Ecology, Innovations Policy and the Future of Cities: Towards sustainability in Neighbourhood Communities. PhD Thesis. ISTD.
- 166) **Schrank, D. and Lomax, T. (2003).** The Annual Urban Mobility Report. Texas Transportation Institute. En <http://mobility.tamu.edu/ums>
- 167) **Schreyer, C. (2004).** External Cost of Transport. Update study. INFRAS-IWW. UIC, Zurich/Karlsruhe.
- 168) **Seguí J. y Martínez M. (2004).** Geografía de los Transportes. Universitat de les Illes Balears, Palma – España.

- 169) **Stangeby, I. (1997)**. Attitudes Towards Walking and Cycling instead of using a car. Institute of Transport Economics, Oslo.
- 170) **Storchmann, K. (2003)**. Externalities by Automobiles and Fare-Free Transit in Germany – A Paradigm Shift?. Journal of Public Transportation. Vol 6. Número 4.
- 171) **Stradling, S. (2002)**. Reducing car dependence. Integrated futures and transport choices. Preston Eds.
- 172) **The World Bank, (2002)**. Cities on the Move. A World Bank Urban Strategy Review, Washington.
- 173) **The World Bank, (2003)**. The Little Green Data Book 2003. World Development indicators, Washington.
- 174) **Thomson, I. (2002)**. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el transporte público: una investigación preliminar en ciudades de América Latina. Revista de la CEPAL, Santiago de Chile.
- 175) **Thomson, I. y Bull, A. (2002)**. La congestión del transporte urbano. Causas y consecuencias económicas y sociales. Revista de la Cepal, Santiago de Chile
- 176) **Thorson, O. and Robusté, F. (1998)**. Walking and Cycling in the city. World Health Organisation. Environment Pamphlets. Copenhagen.
- 177) **Tolley, R. Et al. (2001)**. The future of walking in Europa: A delphi project to identify expert opinion on future walking scenarios. Transport policy 8(2001) pp. 307– 315.
- 178) **Torres, R. (1993)**. La bicicleta ¿Una alternativa real de transporte urbano?. El caso de Vitoria-Gasteiz. En Ciudades para un futuro sostenible <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n28/artor.html>
- 179) **Transport for London (2003)**. Congestion charging 6 months on. Mayor of London.
- 180) **Tsamboulas, D. (2001)**. Parking fare thresholds: a policy tool. Transport Policy 8, pp 115 – 124.
- 181) **Twuijver, M. and Schreuders, M (2004)**. Why people do or not use their bike on short trips modality choices in the Netherlands. European Transport Conference, Strasbourg.

- 182) **UITP (2001)**. Desplazarse mejor en la ciudad. Comisión General Transporte y Ciudad. UITP. Molenbeek Belgica.
- 183) **Van Wee, B. (2002)**. Land Use and Transport: Research and Policy Challenges. *Journal of Transport Geography* 10. pp 259-271
- 184) **Varian, H. (1998)**. Microeconomía intermedia. Un enfoque actual. 4ª edición, Barcelona.
- 185) **Vassallo, J. (2001)**. La participación privada en la gestión y financiación de la conservación de carreteras. Ministerio de Fomento, Serie Monografías, Madrid.
- 186) **Vascocellos, E. (1997)**. The demand for cars in developing countries. *Transportation Research A*. 31(3) pp 245-258.
- 187) **Vega L. y Monzón A. (2004)**. Internalización de Costes en el Transporte de Viajeros en Madrid. VI Congreso de Ingeniería de Transporte – CIT, Zaragoza, España.
- 188) **Vilain, P. (1996)**. Harmonising parameter values in transport project appraisal; The values of time and safety. Luxembourg.
- 189) **Vivier, J. (1999)**. Comparison of the external cost of public transport and cars in urban areas: The case of the Greater Paris region. *Transport public international* – 5, UITP.
- 190) **VTPI (2004)**. U.S. Fuel trends spreadsheet. Victoria Transport Policy Institute. En: www.vtpi.org/tdm/fuel trends.xls
- 191) **Vuchic, V. (2000)**. Transportation for livable cities. Center for Urban Policy Research. New Jersey.
- 192) **Wardman, M. (2001)**. A review of British evidence on the valuations of time and service quality. *Transportation Research E* 37 p 107-128
- 193) **Wardman, M. (2004)**. Public transport values of time. *Transport Policy* xx p. 1-15. Elsevier.
- 194) **Wardman, M. and Mackie, P. (1997)**. A review of the value of time: Evidence from British experience. *Transportation Planning Methods*. Volume 1. p 87 – 100

- 195) **Waters, II (1993)**. Value of travel time savings. 7ª WCTR Proceedings. ITS Vol 3. Sydney.
- 196) **Waters, II (1994)**. The value of travel time savings and the link with income: Implications for public projects evaluation. International Journal of Transport economics. Vol 21 N.3
- 197) **WCTRS (2004)**. Urban Transport and The Environment. An International Perspective. World Conference on Transport Research Society and Institute for Transport Policy Studies. Elsevier. Tokyo.
- 198) **White, P. (1995)**. Public Transport. Its planning, management and operation, Third edition, UCL Press, London.
- 199) **WBCSD (2003)**. Mobility 2001: World mobility at the end of the twentieth century and its sustainability. World business council for sustainable development. Massachusetts Institute of Technology en: wwwwbcsdmobility.org
- 200) **Zamorano, C., Bigas J. y Sastre J. (2004)**. Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano. Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- 201) **Zahavi, Y. (1974)**. Travel time budgets and mobility in urban areas. Department of Transportation, Washington.
- 202) **Zahavi, Y. and Ryan, J. (1980)**. Stability of travel components over time. Transportation Research Record, 750, 19-26

10. ANEJOS

10.1 PARTICULARIDADES DE LA ENCUESTA DOMICILIARIA EDM'96

De acuerdo con los documentos sobre los resultados de la Encuesta domiciliaria de movilidad (EDM'96), publicados por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, (CRTM,1997; CRTM,1998) se identifican las siguientes características relevantes:

Fecha de realización:

Entre los meses de Octubre y noviembre de 1996

Población Objetivo:

Residentes mayores de cuatro años. Todos los viajes realizados durante un día laboral de un período considerado como normal.

Tipo de Viajes:

Todos los viajes realizados en transporte público o en transporte privado más los desplazamientos realizados *a pie* con motivo trabajo, estudios o compras del ama de casa y todos los demás viajes que se realicen a pie, siempre y cuando superen los cinco minutos de duración.

Tamaño de la Muestra:

La encuesta se aplicó a nivel de zonas a una muestra de 25140 familias, que contenían 75772 personas y que dijeron realizar un total de 162042 viajes. De acuerdo con el Padrón esto implica que el tamaño fue el siguiente:

VARIABLE	MUESTRA	POBLACION	TAMAÑO
Hogares	25.140	1'626.434	1,54%
Residentes	75.772	5'022.289	1,54%

Metodología:

Entrevista cara a cara previa cita, complementada mediante entrevista telefónica y en algunos casos, especialmente de las zonas de la corona regional, únicamente a través de entrevista telefónica.

Variables indagadas en cuanto al hogar:

- Ubicación del hogar
- Composición del hogar
- Tipo de vivienda
- Régimen de tenencia de la vivienda
- Area de la vivienda
- Número y características de vehículos disponibles
- Disponibilidad y características del aparcamiento

Variables indagadas en cuanto a los residentes:

- Parentesco con la primera persona o responsable,
- Género,
- Estado civil,
- Edad,
- Nivel de estudios,
- Actividad económica,
- Rama de actividad,
- Dirección del lugar de estudios o trabajo,
- Disponibilidad de abono de transportes,
- Disponibilidad de carné de conducción y
- Disponibilidad de vehículo para los viajes habituales.

Variables relacionadas con los viajes:

- Indicación (calle y número) de los lugares de origen y destino de los viajes
- Motivo del viaje tanto en origen como en destino.
- Hora de salida (hh:mm) y hora de llegada (hh:mm) del viaje
- Modos de Transporte utilizados (describir etapas si ha sido necesario)
- Tipo de aparcamiento si ha usado el vehículo particular.
- Razones para no usar el transporte público o el transporte privado.
- Descripción de la línea y lugares de acceso y salida en caso de usar transporte público.
- Tipo de título de transporte utilizado.

10.2 LA ZONIFICACIÓN DE MADRID

La comparación de las variables tiempo y distancia se ha realizado entre los diferentes pares origen destino de acuerdo con la zonificación que se muestra a continuación, que como se expresó en el capítulo cuatro, es muy detallada en la zona más densa y más general o gruesa a medida que se aleja de dicha zona, en buena medida, intentando que cada una de las zonas responda por una valor medio poblacional similar.

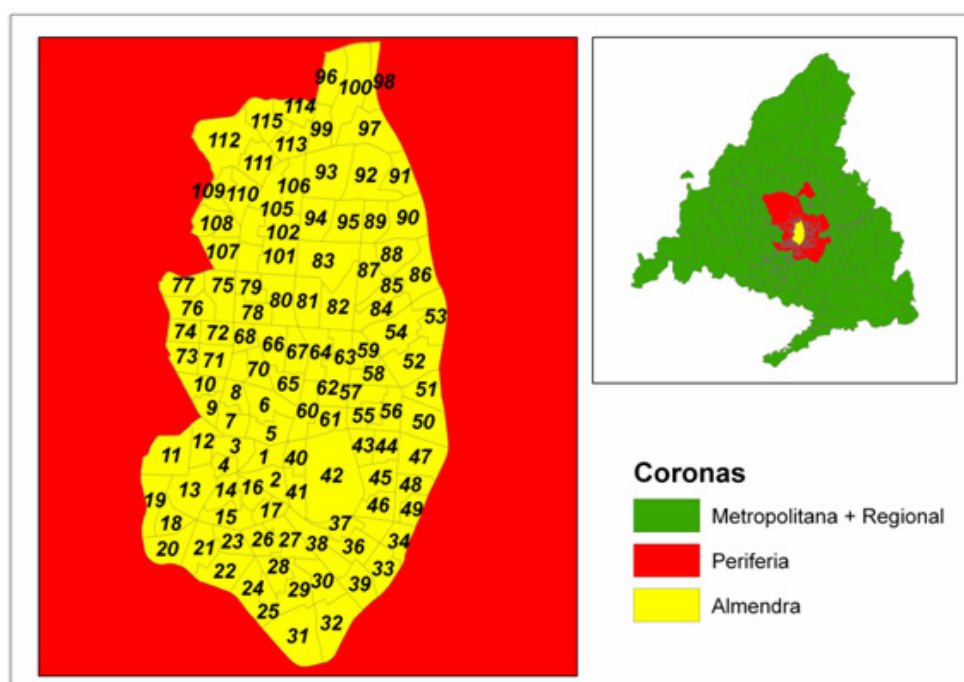


Figura 10.1: La zonificación de la Comunidad de Madrid y los detalles de la zona de la almendra.

En las tablas siguientes se muestra la zonificación de acuerdo con la corona de interés y discriminada de acuerdo con el tipo de zonificación, el municipio, los distritos, barrios y centroides cuando esa información estaba disponible.

Tabla 10.1 La zonificación de la almendra de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
1	1	Madrid	Centro	Cortes	Banco De España
2	2	Madrid	Centro	Cortes	Mº De Sanidad-Huertas
3	3	Madrid	Centro	Sol	Puerta Del Sol
4	4	Madrid	Centro	Sol	Plaza Mayor
5	5	Madrid	Centro	Justicia	Chueca
6	6	Madrid	Centro	Justicia	Las Salesas
7	7	Madrid	Centro	Universidad	Gran Via
8	8	Madrid	Centro	Universidad	Dos De Mayo
9	9	Madrid	Centro	Universidad	Metro Noviciado
10	10	Madrid	Centro	Universidad	Palacio De Liria
11	11	Madrid	Centro	Palacio	Palacio Real
12	11	Madrid	Centro	Palacio	Metro Opera
13	12	Madrid	Centro	Palacio	San Francisco El Grande
14	13	Madrid	Centro	Embajadores	Tirso De Molina
15	14	Madrid	Centro	Embajadores	Lavapiés
16	15	Madrid	Centro	Embajadores	Metro Anton Martin
17	16	Madrid	Centro	Embajadores	Centro Cultural Reina Sofia
18	17	Madrid	Arganzuela	Imperial	Imperial-Paseo De Pontones
19	18	Madrid	Arganzuela	Imperial	Juan Duque
20	19	Madrid	Arganzuela	Imperial	Vicente Calderon
21	20	Madrid	Arganzuela	Acacias	Metro Piramides
22	21	Madrid	Arganzuela	Acacias	Parque De La Arganzuela
23	22	Madrid	Arganzuela	Acacias	Embajadores
24	23	Madrid	Arganzuela	Chopera	Jaime El Conquistador
25	24	Madrid	Arganzuela	Chopera	Metro Legazpi
26	25	Madrid	Arganzuela	Palos Moguer	Metro Palos De La Frontera
27	26	Madrid	Arganzuela	Palos Moguer	Ancora
28	27	Madrid	Arganzuela	Delicias	Metro Delicias
29	27	Madrid	Arganzuela	Delicias	Estacion De Las Delicias
30	28	Madrid	Arganzuela	Delicias	Metro Mendez Alvaro
31	29	Madrid	Arganzuela	Legazpi	Paseo Del Molino
32	30	Madrid	Arganzuela	Legazpi	Parque Enrique Galvan
33	31	Madrid	Retiro	Adelfas	Adelfas
34	32	Madrid	Retiro	Adelfas	Fernandez Shaw
35	33	Madrid	Retiro	Pacifico	Cavanilles
36	34	Madrid	Retiro	Pacifico	Metro Pacifico
37	35	Madrid	Retiro	Pacifico	Metro Menendez Pelayo
38	36	Madrid	Arganzuela	Atocha	Estacion Puerta De Atocha
39	37	Madrid	Arganzuela	Atocha	Estacion De Mendez Alvaro
40	38	Madrid	Retiro	Jeronimos	Correos
41	39	Madrid	Retiro	Jeronimos	Museo Del Prado
42	40	Madrid	Retiro	Jeronimos	Parque Del Buen Retiro
43	41	Madrid	Retiro	Ibiza	Metro Ibiza
44	42	Madrid	Retiro	Ibiza	Hospital Gregorio Marañon
45	43	Madrid	Retiro	Niño Jesus	Niño Jesus
46	44	Madrid	Retiro	Niño Jesus	Metro Conde De Casal
47	45	Madrid	Retiro	Estrella	Parque De Roma
48	46	Madrid	Retiro	Estrella	Estrella
49	46	Madrid	Retiro	Estrella	Cruz Del Sur
50	47	Madrid	Salamanca	Fuente Berro	Fuente Del Berro
51	48	Madrid	Salamanca	Fuente Berro	Manuel Becerra
52	49	Madrid	Salamanca	Guindalera	Ventas
53	50	Madrid	Salamanca	Guindalera	Parque De Las Avenidas

Continuación Tabla 10.1: Zonificación en la almendra

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
54	51	Madrid	Salamanca	Guindalera	Metro Cartagena
55	52	Madrid	Salamanca	Goya	Felipe Ii
56	53	Madrid	Salamanca	Goya	Palacio De Los Deportes
57	54	Madrid	Salamanca	Goya	Ayala
58	55	Madrid	Salamanca	Lista	Metro Lista
59	56	Madrid	Salamanca	Lista	Hospital De La Princesa
60	57	Madrid	Salamanca	Recoletos	Biblioteca Nacional
61	58	Madrid	Salamanca	Recoletos	Metro Retiro
62	59	Madrid	Salamanca	Recoletos	Metro Velazquez
63	60	Madrid	Salamanca	Castellana	Metro Nuñez De Balboa
64	61	Madrid	Salamanca	Castellana	Serrano
65	62	Madrid	Chamberi	Almagro	Metro Alonso Martinez
66	63	Madrid	Chamberi	Almagro	Chamberi
67	64	Madrid	Chamberi	Almagro	Miguel Angel
68	65	Madrid	Chamberi	Trafalgar	General Alvarez De Castro
69	66	Madrid	Chamberi	Trafalgar	Quevedo
70	67	Madrid	Chamberi	Trafalgar	Olavide
71	68	Madrid	Chamberi	Arapiles	Arapiles
72	69	Madrid	Chamberi	Arapiles	Parque Movil M.M. Civiles
73	70	Madrid	Chamberi	Gaztambide	Melendez Valdes
74	71	Madrid	Chamberi	Gaztambide	Gaztambide
75	72	Madrid	Chamberi	Vallehermoso	Metro Cuatro Caminos
76	73	Madrid	Chamberi	Vallehermoso	Estadio Vallehermoso
77	74	Madrid	Chamberi	Vallehermoso	Metro Guzman El Bueno
78	75	Madrid	Chamberi	Rios Rosas	Metro Rios Rosas
79	76	Madrid	Chamberi	Rios Rosas	Instituto Geologico
80	77	Madrid	Chamberi	Rios Rosas	Nuevos Ministerios
81	78	Madrid	Chamartin	El Viso	Museo De Ciencias
82	79	Madrid	Chamartin	El Viso	Joaquin Costa
83	80	Madrid	Chamartin	El Viso	El Viso
84	81	Madrid	Chamartin	Prosperidad	Metro Avenida De America
85	82	Madrid	Chamartin	Prosperidad	Luis Cabrera
86	83	Madrid	Chamartin	Prosperidad	Prosperidad
87	84	Madrid	Chamartin	Ciudad Jardin	Plaza De Cataluña
88	85	Madrid	Chamartin	Ciudad Jardin	Metro Alfonso Xiii
89	86	Madrid	Chamartin	Hispanoamerica	Metro Colombia
90	87	Madrid	Chamartin	Hispanoamerica	Victor De La Serna
91	88	Madrid	Chamartin	Nueva España	Santa Maria Magdalena
92	89	Madrid	Chamartin	Nueva España	Metro Pio Xii
93	90	Madrid	Chamartin	Nueva España	Cuzco
94	91	Madrid	Chamartin	Hispanoamerica	Santiago Bernabeu
95	92	Madrid	Chamartin	Hispanoamerica	Infanta Maria Teresa
96	93	Madrid	Chamartin	Castilla	Mauricio Legendre
97	94	Madrid	Chamartin	Castilla	Colonia Rosales
98	95	Madrid	Chamartin	Castilla	Avenida De Burgos
99	96	Madrid	Chamartin	Castilla	Agustin De Foxa
100	96	Madrid	Chamartin	Castilla	Estacion De Chamartin
101	97	Madrid	Tetuan	Cuatro Caminos	Azca
102	98	Madrid	Tetuan	Cuatro Caminos	Palacio De Congresos
103	99	Madrid	Tetuan	Cuatro Caminos	Metro Alvarado

Continuación Tabla 10.1: Zonificación en la almendra

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
104	100	Madrid	Tetuan	Cuatro Caminos	Metro Estrecho
105	101	Madrid	Tetuan	Castillejos	Metro Tetuan
106	102	Madrid	Tetuan	Castillejos	Metro Cuzco
107	103	Madrid	Tetuan	Bellas Vistas	Almansa
108	104	Madrid	Tetuan	Bellas Vistas	Bellas Vistas
109	105	Madrid	Tetuan	Berruguete	Margaritas
110	106	Madrid	Tetuan	Berruguete	Berruguete
111	107	Madrid	Tetuan	Valdeacederas	Metro Valdeacederas
112	108	Madrid	Tetuan	Valdeacederas	Huerta Del Obispo
113	109	Madrid	Tetuan	Almenara	Metro Ventilla
114	110	Madrid	Tetuan	Almenara	Almenara

Tabla 10.2: Zonificación de la corona periferia de la ciudad de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
116	112	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Estacion De Fuencarral
117	113	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Valdebebas
118	114	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Malmea
119	115	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Virgen De Begoña
120	116	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Islas Antipodas
121	117	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Metro Fuencarral
122	118	Madrid	Fuencarral-El P:	Valverde	Estacion De Ramon Y Cajal
123	119	Madrid	Fuencarral-El P:	Pilar	La Vaguada
124	120	Madrid	Fuencarral-El P:	Pilar	Barrio Del Pilar
125	121	Madrid	Fuencarral-El P:	Pilar	Residencial Altamira
126	122	Madrid	Fuencarral-El P:	La Paz	Ciudad Sanitaria La Paz
127	122	Madrid	Fuencarral-El P:	La Paz	Julio Palacios
128	123	Madrid	Fuencarral-El P:	La Paz	Melchor Fernandez Almagro
129	124	Madrid	Fuencarral-El P:	Pilar	Piedrafita Del Cebrero
130	125	Madrid	Fuencarral-El P:	Peñagrande	Ciudad De Los Poetas
131	126	Madrid	Fuencarral-El P:	Peñagrande	Urbanizacion Las Encinas
132	126	Madrid	Fuencarral-El P:	Peñagrande	Islas Marquesas
133	127	Madrid	Fuencarral-El P:	Peñagrande	Peña Grande
134	128	Madrid	Fuencarral-El P:	Peñagrande	Islas Cies
135	129	Madrid	Fuencarral-El P:	Pilar	Ciudad De Los Periodistas
136	130	Madrid	Fuencarral-El P:	La Paz	Residencial Vistasiera
137	130	Madrid	Fuencarral-El P:	La Paz	Residencial Duna
138	131	Madrid	Fuencarral-El P:	Fuentealarreina	Fuentealarreina
139	132	Madrid	Fuencarral-El P:	Mirasierra	La Maso
140	132	Madrid	Fuencarral-El P:	Mirasierra	Mirasierra
141	133	Madrid	Fuencarral-El P:	Mirasierra	Estacion De Pitis
142	134	Madrid	Fuencarral-El P:	El Goloso	Universidad Autonoma
143	135	Madrid	Fuencarral-El P:	El Goloso	El Goloso
144	136	Madrid	Fuencarral-El P:	El Pardo	El Pardo
145	137	Madrid	Moncloa-Arav.	Valdezarza	Santo Angel De La Guarda
146	137	Madrid	Moncloa-Arav.	Valdezarza	Urb. Dehesa De La Villa

Continuación Tabla 10.2: Zonificación en la periferia de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
147	138	Madrid	Moncloa-Arav.	Valdezarza	Valdezarza-Saconia
148	138	Madrid	Moncloa-Arav.	Valdezarza	Nueva Zelanda
149	144	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Pirineos
150	140	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Puerta De Hierro
151	141	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Beatriz De Bobadilla
152	145	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Metro Metropolitano
153	146	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Hospital Clinico
154	147	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Paraninfo
155	147	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Ciudad Universitaria
156	148	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Palacio De La Moncloa
157	139	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Club De Campo
158	142	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Juan De Herrera
159	143	Madrid	Moncloa-Arav.	Ciudad Universitaria	Metro Ciudad Univers
160	149	Madrid	Moncloa-Arav.	Aravaca	Estacion De Aravaca
161	150	Madrid	Moncloa-Arav.	Aravaca	Colonia De Los Diplom
162	151	Madrid	Moncloa-Arav.	Valdemarin	Valdemarin
163	152	Madrid	Moncloa-Arav.	El Plantio	El Plantio
164	153	Madrid	Moncloa-Arav.	Casa De Campo	Casa De Campo
165	154	Madrid	Moncloa-Arav.	Casa De Campo	Colonia Manzanares
166	155	Madrid	Moncloa-Arav.	Casa De Campo	Est. Del Norte Principe
167	156	Madrid	Moncloa-Arav.	Arguelles	Plaza De España
168	157	Madrid	Moncloa-Arav.	Arguelles	Metro Moncloa
169	158	Madrid	Latina	Pta Del Angel	Metro Puerta Del Angel
170	159	Madrid	Latina	Pta Del Angel	Colonia Juan Tornado
171	160	Madrid	Latina	Pta Del Angel	Metro Alto De Extrem
172	161	Madrid	Latina	Pta Del Angel	Paseo De Los Olivos
173	162	Madrid	Latina	Carmenes	Parque De La Cuña Ver
174	163	Madrid	Latina	Carmenes	Barrio De Goya
175	164	Madrid	Latina	Carmenes	Metro Laguna
176	165	Madrid	Latina	Lucero	Cullera
177	166	Madrid	Latina	Lucero	Barrio Caraque
178	167	Madrid	Latina	Lucero	Barrio Surbatan
179	168	Madrid	Latina	Lucero	Colonia Del Batan
180	169	Madrid	Latina	Aluche	Hospital Militar Gomez
181	170	Madrid	Latina	Aluche	Colonia Sagrada Familia
182	170	Madrid	Latina	Aluche	Estacion De Aluche
183	171	Madrid	Latina	Aluche	Camarena
184	172	Madrid	Latina	Aluche	Parque Alcalde Carlos A
185	173	Madrid	Latina	Aluche	Ciudad San Bruno
186	174	Madrid	Latina	Aluche	Metro Campamento
187	175	Madrid	Latina	Aluche	Colonia Santa Elena
188	176	Madrid	Latina	Aguilas	Colonia San Ignacio De
189	176	Madrid	Latina	Aguilas	Colonia Coronel Pedro
190	177	Madrid	Latina	Aguilas	Valle Inclan
191	178	Madrid	Latina	Aguilas	Colonia Maria De Mol
192	179	Madrid	Latina	Aguilas	Colonia Parque De Eur
193	180	Madrid	Latina	Aguilas	Colonia Campamento
194	177	Madrid	Latina	Aguilas	Sanatorio Doctor Esque
195	181	Madrid	Latina	Aguilas	Aguilas
196	182	Madrid	Latina	Campamento	Villaviciosa
197	182	Madrid	Latina	Campamento	Colonia Gran Capitan

Continuación Tabla 10.2: Zonificación en la periferia de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
198	183	Madrid	Latina	Campamento	Sº Geografico Del Ejerci
199	183	Madrid	Latina	Campamento	C.P. Militar La Dehesa
200	184	Madrid	Latina	Cuatro	Cuatro Vientos
201	185	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Parque De San Isidro
202	185	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Metro Marques De Vadil
203	186	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Sacramental De San Isid
204	187	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Metro Urgel
205	188	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Canodromo
206	188	Madrid	Carabanchel	San Isidro	Metro Carpetana
207	189	Madrid	Carabanchel	Comilla	Baleares
208	189	Madrid	Carabanchel	Comilla	Marques De Jura Real
209	190	Madrid	Carabanchel	Comilla	Colonia Urbis
210	191	Madrid	Carabanchel	Opañel	Sac. De San Lorenzo Y
211	192	Madrid	Carabanchel	Opañel	Antoñita Jimenez
212	193	Madrid	Carabanchel	Opañel	Glorieta Valle De Oro
213	193	Madrid	Carabanchel	Opañel	Metro Opañel
214	193	Madrid	Carabanchel	Opañel	Mercedes Arteaga
215	194	Madrid	Carabanchel	Vista Alegre	Metro Carabanchel
216	195	Madrid	Carabanchel	Vista Alegre	Plaza De Toros Vista A
217	196	Madrid	Carabanchel	Vista Alegre	Prision Provincial Cara
218	197	Madrid	Carabanchel	Vista Alegre	Oscar Romero
219	198	Madrid	Carabanchel	Puerta Bonita	Puerta Bonita
220	199	Madrid	Carabanchel	Puerta Bonita	Paseo De Los Castilla
221	200	Madrid	Carabanchel	Puerta Bonita	Belzunegui
222	201	Madrid	Carabanchel	Abrantes	Colonia Pan Bendito
223	202	Madrid	Carabanchel	Abrantes	Abrantes
224	203	Madrid	Carabanchel	Abrantes	Parque Del Sur
225	204	Madrid	Carabanchel	Buenavista	Don Bosco
226	205	Madrid	Carabanchel	Buenavista	Buena Vista
227	206	Madrid	Usera	Moscardo	Mariblanca
228	207	Madrid	Usera	Moscardo	Metro Plaza Eliptica
229	207	Madrid	Usera	Moscardo	Moscardo
230	208	Madrid	Usera	Almendrales	Poblado Almendrales
231	208	Madrid	Usera	Almendrales	Cordoba
232	209	Madrid	Usera	Almendrales	Almendrales
233	210	Madrid	Usera	Orcasur	Hospital Doce De Oct
234	210	Madrid	Usera	Orcasur	Poblado Virgen De La A
235	211	Madrid	Usera	Zofio	Fernandez Ladreda
236	211	Madrid	Usera	Zofio	Zofio
237	212	Madrid	Usera	Pradolongo	Felipe Castro
238	213	Madrid	Usera	Pradolongo	Pradolongo
239	214	Madrid	Usera	Orcasitas	Orcasitas
240	215	Madrid	Usera	Orcasitas	Orcasitas Renfe
241	216	Madrid	Usera	Orcasur	Orcasur
242	217	Madrid	Villaverde	Los Angeles	Ciudad De Los Angeles
243	218	Madrid	Villaverde	Los Angeles	Alcocer
244	219	Madrid	Usera	Orcasur	Parque Ciudad De Los A
245	220	Madrid	Villaverde	San Andres	San Cristobal Industrial
246	221	Madrid	Villaverde	San Andres	Puente Alcocer Renfe
247	221	Madrid	Villaverde	San Andres	Colonia La Paz

Continuación Tabla 10.2: Zonificación en la periferia de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
248	222	Madrid	Villaverde	San Andres	Plata Y Castañar
249	223	Madrid	Villaverde	San Andres	Parque Cerro De La Pla
250	223	Madrid	Villaverde	San Andres	Villaverde Alto Renfe
251	225	Madrid	Puente De Vallecas	Entrevias	Estacion De Entrevias
252	224	Madrid	Puente De Vallecas	Entrevias	Poblado De Entrevias
253	225	Madrid	Puente De Vallecas	Entrevias	Barrio La Paz
254	226	Madrid	Puente De Vallecas	Entrevias	Pozo Del Tio Raimundo
255	227	Madrid	Puente De Vallecas	Entrevias	Abroñigal-Celsa-
256	228	Madrid	Usera	Orcasur	San Fermin Norte
257	229	Madrid	Usera	San Fermin	San Fermin Sur
258	230	Madrid	Villaverde	Los Rosales	El Espinillo
259	230	Madrid	Villaverde	Los Rosales	Colonia Valdesilla
260	231	Madrid	Villaverde	Los Rosales	Villaverde Bajo Renfe
261	232	Madrid	Villaverde	San Cristob	San Cristobal Renfe
262	232	Madrid	Villaverde	San Cristob	Barrio De San Cristobal
263	233	Madrid	Villaverde	Butarque	Colonia Rosales
264	233	Madrid	Villaverde	Butarque	Butarque
265	234	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	Sierra Gador
266	235	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	Garcia Lorca
267	236	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	Congosto
268	237	Madrid	Villa De Vallecas	Santa Eugenia	Poblado De Absorcion
269	238	Madrid	Villa De Vallecas	Santa Eugenia	Fuentespina
270	239	Madrid	Villa De Vallecas	Santa Eugenia	Santa Eugenia
271	240	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	Vallecas Renfe
272	240	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	P.I. Vallecas Sur
273	236	Madrid	Villa De Vallecas	C.Hco Vallecas	Mercamadrid
274	241	Madrid	Pte De Vallecas	Numancia	Ramon Perez De Ayala
275	242	Madrid	Pte De Vallecas	Numancia	Cooperativa Hogar Del
276	243	Madrid	Pte De Vallecas	Numancia	Camino De Valderribas
277	244	Madrid	Pte De Vallecas	Numancia	Parque Del Cerro Del T
278	245	Madrid	Pte De Vallecas	San Diego	Metro Nueva Numancia
279	246	Madrid	Pte De Vallecas	San Diego	San Diego
280	247	Madrid	Pte De Vallecas	San Diego	Vizconde De Arleson
281	248	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Bajas	Estadio De Vallecas
282	249	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Bajas	Poblado De San Jose
283	250	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Bajas	Colonia San Francisco J
284	251	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Bajas	Romeo Y Julieta
285	251	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Bajas	Plaza Del Cine
286	252	Madrid	Pte De Vallecas	Portazgo	Lago Maracaibo
287	253	Madrid	Pte De Vallecas	Portazgo	Metro Alto Del Arenal
288	254	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Metro Miguel Hernan
289	254	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Polideportivo De Palome
290	255	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Colonia Villalobos
291	256	Madrid	Pte De Vallecas	Portazgo	Pont De Molins
292	257	Madrid	Pte De Vallecas	Portazgo	Portazgo
293	258	Madrid	Pte De Vallecas	Portazgo	Colonia Jesus Divino O
294	259	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Complejo Politecnico Ar
295	259	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Barrio De San Anton
296	260	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Colonia El Sardinero
297	261	Madrid	Pte De Vallecas	Palomer.Sureste	Palomeras Sureste
298	262	Madrid	Villa De Vallecas	Santa Eugenia	Valdebernardo Sur

299	263	Madrid	Moratalaz	Marroquina	Marroquina
-----	-----	--------	-----------	------------	------------

Continuación Tabla 10.2: Zonificación en la periferia de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
300	263	Madrid	Moratalaz	Marroquina	Metro Vinateros
301	264	Madrid	Moratalaz	Marroquina	Doctor Garcia Tapia
302	265	Madrid	Moratalaz	Vinateros	Barrio De Moratalaz
303	266	Madrid	Moratalaz	Vinateros	Metro Artilleros
304	267	Madrid	Moratalaz	Media Legua	Entrearroyos
305	268	Madrid	Moratalaz	Media Legua	Metro Estrella
306	268	Madrid	Moratalaz	Media Legua	Media Legua
307	269	Madrid	Moratalaz	Fontarron	Fontarron
308	270	Madrid	Moratalaz	Fontarron	Tacona
309	271	Madrid	Moratalaz	Pavones	Pavones
310	272	Madrid	Moratalaz	Pavones	Metro Pavones
311	273	Madrid	Moratalaz	Horcajo	Horcajo
312	274	Madrid	Vicalvaro	C.Vicalvaro	Valdebernardo
313	274	Madrid	Vicalvaro	C.Vicalvaro	Vicalvaro Centro
314	275	Madrid	Vicalvaro	C.Vicalvaro	Vicalvaro Estacion Ren
315	276	Madrid	Vicalvaro	Ambroz	Vicalvaro Polideportivo
316	277	Madrid	Vicalvaro	Ambroz	Ambroz
317	278	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Cem. Ntra. Sra. Almud
318	279	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Marques De Corbera
319	279	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Parque De La Elipa
320	280	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Plaza De Santa Aurelia
321	281	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Ricardo Ortiz
322	282	Madrid	Ciudad Lineal	Ventas	Hermanos Machado
323	283	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	Cementerio Civil
324	284	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	Gonzalo De Berceo
325	284	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	Parque De Arriaga
326	285	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	San Telesforo
327	286	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	Metro Ascao
328	287	Madrid	Ciudad Lineal	Pueblo Nuevo	Vicente Espinel
329	288	Madrid	Ciudad Lineal	Quintana	Metro Quintana
330	289	Madrid	Ciudad Lineal	Quintana	Pueblo Nuevo
331	290	Madrid	Ciudad Lineal	Concepcion	Metro El Carmen
332	291	Madrid	Ciudad Lineal	Concepcion	Virgen Del Portillo
333	292	Madrid	Ciudad Lineal	Concepcion	Concepcion
334	293	Madrid	Ciudad Lineal	San Pascual	Virgen Del Val
335	294	Madrid	Ciudad Lineal	San Pascual	San Pascual
336	294	Madrid	Ciudad Lineal	San Pascual	General Kirkpatrick
337	295	Madrid	Ciudad Lineal	S.Juan Bautista	San Juan Bautista
338	296	Madrid	Ciudad Lineal	S.Juan Bautista	Jefatura Provincial De T
339	297	Madrid	Ciudad Lineal	Colina	Metro Avenida De La P
340	298	Madrid	Ciudad Lineal	Atalaya	Atalaya
341	299	Madrid	Ciudad Lineal	Costillares	Costillares
342	300	Madrid	Ciudad Lineal	Costillares	Urbanizacion Nuevo M
343	301	Madrid	San Blas	Arcos	Roman Del Valle
344	302	Madrid	San Blas	Arcos	Albericia
345	303	Madrid	San Blas	Arcos	Arcos
346	304	Madrid	San Blas	Amposta	Metro Simancas
347	305	Madrid	San Blas	Amposta	Metro San Blas
348	306	Madrid	San Blas	Hellin	Hellin
349	307	Madrid	San Blas	Hellin	Polideportivo San Blas

350	308	Madrid	San Blas	Simancas	Castillo De Arevalo
-----	-----	--------	----------	----------	---------------------

Continuación Tabla 10.2: Zonificación en la periferia de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Distrito/Ciudad	Barrio	Centroide
351	309	Madrid	San Blas	Simancas	Parque San Blas
352	310	Madrid	San Blas	Simancas	Julian Camarillo
353	311	Madrid	San Blas	Simancas	Miguel Yuste
354	311	Madrid	San Blas	Simancas	Arcentales
355	312	Madrid	San Blas	Salvador	Metro Torre Arias
356	313	Madrid	San Blas	Salvador	Metro Suanzes
357	314	Madrid	San Blas	Rosas	La Peineta
358	315	Madrid	San Blas	Canillejas	Lucano
359	316	Madrid	San Blas	Canillejas	Esfinge
360	317	Madrid	San Blas	Canillejas	Alfonso Xiii
361	317	Madrid	San Blas	Canillejas	Metro Canillejas
362	318	Madrid	San Blas	Rejas	Fin De Semana
363	319	Madrid	San Blas	Rejas	Ciudad Pegaso
364	320	Madrid	San Blas	Rejas	Las Mercedes
365	321	Madrid	Hortaleza	Piovera	Angel Cavero
366	321	Madrid	Hortaleza	Piovera	Colonia Parque Del Co
367	322	Madrid	Hortaleza	Piovera	Avenida De Machupichu
368	323	Madrid	Hortaleza	Palomas	Colonia Palomas
369	324	Madrid	Hortaleza	Canillas	Carril Del Conde
370	324	Madrid	Hortaleza	Canillas	Canillas
371	325	Madrid	Hortaleza	Canillas	Moscatelar
372	326	Madrid	Hortaleza	Canillas	Metro Esperanza
373	327	Madrid	Hortaleza	Canillas	Colonia Villa Rosa
374	324	Madrid	Hortaleza	Canillas	Torquemada
375	328	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Urbanizacion Colombia
376	329	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Colonia Banesto
377	329	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Colonia Pinar Del Rey
378	330	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Valdetorres Del Jarama
379	331	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Barrio De San Miguel
380	332	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Hortaleza
381	331	Madrid	Hortaleza	Pinar Rey	Barrio De Santa Maria
382	333	Madrid	Hortaleza	A.Santiago	San Pedro De Cardeña
383	334	Madrid	Hortaleza	A.Santiago	Manoteras
384	335	Madrid	Barajas	Alameda	Parque Del Capricho
385	336	Madrid	Barajas	Alameda	Alameda De Osuna
386	337	Madrid	Barajas	Corralejos	Barrio De Corralejo
387	338	Madrid	Barajas	Corralejos	Recintos FERIALES
388	338	Madrid	Barajas	Corralejos	Parque Juan Carlos I
389	339	Madrid	Barajas	C.Hco.Barajas	Casco Historico De Bara
390	340	Madrid	Barajas	Timon	Timon
391	340	Madrid	Barajas	Timon	Colonia Juan De La Cie
392	341	Madrid	Barajas	Aeropuerto	Aeropuerto
393	342	Madrid	Hortaleza	Valdefuente	Colonia Virgen Del Cort
394	343	Madrid	Hortaleza	Valdefuente	Las Carcavas-San Anto

Tabla 10.3: La zonificación de la corona metropolitana de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
395	344	Rozas De Madrid, Las	Estacion De Las Rozas
396	345	Rozas De Madrid, Las	Ctra. Del Escorial
397	346	Rozas De Madrid, Las	Parque Empresarial Las Rozas
398	347	Rozas De Madrid, Las	Estacion De Las Matas
399	348	Brunete	Brunete
400	349	Villanueva De La Cañada	Villanueva De La Cañada
401	350	Villanueva Del Pardillo	Villanueva Del Pardillo
402	351	Majadahonda	Estacion De Majadahonda
403	352	Majadahonda	Ctra. De Pozuelo
404	353	Majadahonda	Doctor Calero
405	353	Majadahonda	Doctor Marañón
406	354	Boadilla	Urbanizaciones
407	354	Boadilla	Casco
408	355	Pozuelo	Hipercor
409	355	Pozuelo	Las Acacias
410	355	Pozuelo	Estacion De Pozuelo
411	356	Pozuelo	Los Alamos
412	355	Pozuelo	Sagrada Familia
413	357	Pozuelo	Monte Claro
414	358	Pozuelo	Universidad De Somosaguas
415	359	Villaviciosa	Villaviciosa De Odon
416	360	Alcorcon	San Cosme
417	360	Alcorcon	Sistemas Generales
418	361	Alcorcon	Los Castillos
419	361	Alcorcon	Parque De La Paz
420	362	Alcorcon	P.I. Urtinsa I
421	362	Alcorcon	P.I. Urtinsa Ii
422	363	Alcorcon	Hipercor San Jose De Valderas
423	363	Alcorcon	Parque De Lisboa
424	364	Alcorcon	Parque Ondarreta
425	366	Alcorcon	Colegios
426	365	Alcorcon	Torres Bellas
427	365	Alcorcon	Centro
428	366	Alcorcon	Las Torres
429	366	Alcorcon	Parque De La Comunidades
430	367	Mostoles	Estacion De Mostoles
431	367	Mostoles	Ctra. De Badajoz
432	368	Mostoles	Estoril Ii
433	374	Mostoles	P.I. Los Rosales
434	369	Mostoles	Baleares
435	369	Mostoles	O.N.U.
436	370	Mostoles	Ctra. De Fuenlabrada
437	370	Mostoles	Camino De Leganes
438	371	Mostoles	Simon Hernandez
439	371	Mostoles	Carlos V
440	371	Mostoles	P.I. La Fuensanta
441	372	Mostoles	Casco Antiguo
442	372	Mostoles	Dos De Mayo
443	373	Mostoles	Barcelona
444	373	Mostoles	Arroyomolinos
445	374	Mostoles	Continente
446	374	Mostoles	Estacion De Mostoles-El Soto

Continuación Tabla 10.3: Zonificación en la corona metropolitana de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
447	375	Mostoles	Alfonso XII
448	375	Mostoles	Hospital General
449	376	Mostoles	Camino De Humanes
450	376	Mostoles	P.I. Arroyomolinos
451	377	Leganes	P.I. Ntra. Sra. De Butarque
452	379	Leganes	El Carrascal
453	379	Leganes	P.I. Prado Overa
454	377	Leganes	Parque Sur
455	378	Leganes	Polideportivo Municipal
456	379	Leganes	Santos
457	386	Leganes	Centro
458	379	Leganes	Universidad Carlos III
459	386	Leganes	Flores
460	377	Leganes	Recinto Ferial
461	380	Leganes	Los Monegros
462	380	Leganes	Los Pedroches
463	381	Leganes	Zarzaquemada
464	381	Leganes	La Rioja I
465	382	Leganes	La Rioja II
466	382	Leganes	Las Alpujarras
467	383	Leganes	Quinto Centenario
468	383	Leganes	San Nicasio
469	384	Leganes	Ctra. De Alcorcon
470	384	Leganes	Fortuna
471	385	Leganes	Polvoranca
472	386	Leganes	Ctra. De Getafe
473	386	Leganes	Montepinos
474	386	Leganes	Hospital Severo Ochoa
475	387	Fuenlabrada	Nuevo Versalles
476	388	Fuenlabrada	El Naranjo
477	390	Fuenlabrada	La Serna
478	388	Fuenlabrada	P.I. Oeste
479	389	Fuenlabrada	Parque Europa
480	389	Fuenlabrada	El Molino
481	390	Fuenlabrada	Estacion De La Serna
482	390	Fuenlabrada	El Camino
483	391	Fuenlabrada	San Gregorio
484	391	Fuenlabrada	Cuzco
485	392	Fuenlabrada	Parque De Leganes
486	392	Fuenlabrada	Estacion De Fuenlabrada
487	393	Fuenlabrada	Casco Antiguo
488	391	Fuenlabrada	Parque Los Estados
489	394	Fuenlabrada	El Arroyo
490	395	Fuenlabrada	P.I. Centro
491	396	Fuenlabrada	P.I. Cobo Calleja
492	397	Parla	La Granja
493	397	Parla	Ctra. Toledo
494	398	Parla	Estacion

495	398	Parla	San Ramon
496	398	Parla	Ciudad Industrial De Parla
497	399	Parla	Pryconsa De Los Reyes
498	399	Parla	Parque San Fermin
499	400	Parla	Parque Inlasa

Continuación Tabla 10.3: Zonificación en la corona metropolitanade Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
500	401	Getafe	El Bercial
501	402	Getafe	P.I. El Roson
502	403	Getafe	Universidad Carlos Iii
503	403	Getafe	España
504	403	Getafe	Las Margaritas
505	404	Getafe	Los Angeles
506	404	Getafe	El Casar
507	405	Getafe	Cerro De Los Angeles
508	405	Getafe	Perales Del Rio
509	406	Getafe	Base Aerea
510	407	Getafe	Sector Iii Alcampo
511	407	Getafe	Sector Iii
512	407	Getafe	Hospital Universitario Getafe
513	408	Getafe	General Palacios
514	409	Getafe	San Isidro
515	409	Getafe	Arboleda
516	410	Getafe	La Alhondiga
517	410	Getafe	Fatima
518	411	Pinto	P.I. La Estacion
519	412	Pinto	La Indiana
520	413	Pinto	Parque Sur
521	414	Rivas-Va.	Urbanizaciones
522	414	Rivas-Va.	Nucleo Urbano
523	415	Velilla De S. Antonio	Velilla De San Antonio
524	416	Mejorada Del Campo	Mejorada Del Campo
525	417	Coslada	Estacion De Coslada
526	417	Coslada	Casco
527	418	Coslada	Las Conejeras
528	419	Coslada	Parque Municipal Del Cerro
529	420	Coslada	La Cañada
530	420	Coslada	Valleaguado Norte
531	421	Coslada	Estacion De San Fernando
532	422	San Fernando De Henares	Montserrat
533	423	San Fernando De Henares	Ondarreta
534	424	San Fernando De Henares	P. Empresarial San Fernando
535	425	Torrejon De Ardoz	Las Fronteras
536	426	Torrejon De Ardoz	Estacion De Torrejon
537	426	Torrejon De Ardoz	Torrelista
538	427	Torrejon De Ardoz	P.I. Las Monjas
539	428	Torrejon De Ardoz	Castilla
540	428	Torrejon De Ardoz	El Carmen
541	429	Torrejon De Ardoz	P.I. De Torrejon
542	430	Torrejon De Ardoz	Parque Cataluña
543	431	Torrejon De Ardoz	Montserrat
544	431	Torrejon De Ardoz	Torrejon Norte
545	432	Alcala De Henares	Los Arcangeles
546	433	Alcala De Henares	Camarmilla
547	434	Alcala De Henares	La Rinconada

548	434	Alcala De Henares	Vivero Forestal
549	435	Alcala De Henares	Santos Niños
550	435	Alcala De Henares	Reyes Catolicos

Continuación Tabla 10.3: Zonificación en la corona metropolitana de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
551	436	Alcala De Henares	Universidad Laboral
552	437	Alcala De Henares	Estacion
553	437	Alcala De Henares	Antonio Nebrija
554	438	Alcala De Henares	Univ. De Alcala De Henares
555	439	Alcala De Henares	Venecia
556	439	Alcala De Henares	Urbanizacion Nueva Alcala
557	443	Alcala De Henares	Poligonos Industriales
558	441	Alcala De Henares	Plaza De Toros
559	441	Alcala De Henares	Lope De Figueroa
560	442	Alcala De Henares	El Val
561	440	Alcala De Henares	Urbanizaciones-Bripac
562	443	Alcala De Henares	Campo
563	444	Paracue.	Paracuellos Del Jarama
564	445	Alcobendas	P. Empresarial La Moraleja
565	446	Alcobendas	La Moraleja
566	447	Alcobendas	Avenida De España
567	447	Alcobendas	Casco
568	448	Alcobendas	Miguel Hernandez
569	448	Alcobendas	Chopera
570	449	Alcobendas	La Zaporra
571	449	Alcobendas	Severo Ochoa
572	450	San Sebastian De Los Reyes	Real
573	450	San Sebastian De Los Reyes	España
574	451	San Sebastian De Los Reyes	Casco
575	451	San Sebastian De Los Reyes	Colmenar Viejo
576	452	San Sebastian De Los Reyes	Rosa De Luxemburgo
577	452	San Sebastian De Los Reyes	Baunatal
578	453	San Sebastian De Los Reyes	Zona Industrial
579	453	San Sebastian De Los Reyes	N-I
580	454	San Sebastian De Los Reyes	Fuente El Fresno
581	455	Tres Cantos	Colmenar Viejo
582	455	Tres Cantos	Los Labradores
583	455	Tres Cantos	Estacion De Tres Cantos
584	457	Colmenar Viejo	Libertad
585	456	Colmenar Viejo	P.I. Sur
586	456	Colmenar Viejo	Ctra. Hoyo De Manzanares
587	457	Colmenar Viejo	Ctra. De Miraflores
588	458	Torreldones	Pueblo
589	458	Torreldones	Colonia
590	459	Collado Villalba	Casco Antiguo
591	459	Collado Villalba	Zoco
592	459	Collado Villalba	Estacion De Collado-Villalba
593	460	Collado Villalba	Parque De La Coruña
594	461	Galapagar	Galapagar
595	462	Hoyo De Manzanares	Hoyo De Manzanares
596	463	Colmenarejo	Colmenarejo
597	464	Navalcarnero	Navalcarnero
598	465	Arroyomolinos	Arroyomolinos

599	466	Humanes De Madrid	Zona Industrial Oeste
600	467	Humanes De Madrid	Zona Industrial Este

Continuación Tabla 10.3: Zonificación en la corona metropolitana de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
601	467	Humanes De Madrid	Casco
602	468	Torrejon De La Calzada	Torrejon De La Calzada
603	470	Valdemoro	Oeste
604	470	Valdemoro	Casco
605	469	Valdemoro	Zona Industrial
606	471	Ciempozuelos	Ciempozuelos
607	472	San Martin De La Vega	San Martin De La Vega
608	473	Moraleja De Enmedio	Moraleja De Enmedio
609	474	Griñon	Griñon
610	475	Torrejon De Velasco	Torrejon De Velasco
611	476	Arganda Del Rey	Zona Industrial
612	477	Arganda Del Rey	Casco Norte
613	477	Arganda Del Rey	Casco Sur
614	478	Loeches	Loeches
615	479	Ajalvir	Ajalvir
616	480	Daganzo De Arriba	Daganzo De Arriba
617	481	Cobeña	Cobeña
618	482	Algete	Santo Domingo
619	482	Algete	Casco
620	483	San Agustin De Guadalix	San Agustin De Guadalix

Tabla 10.4: Zonificación en la corona regional de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
621	0	Cenicientos	Cenicientos
622	0	San Martin De Vald.	San Martin De Valdeiglesias
623	0	Villamantilla	Aldea Del Fresno
624	0	Navalagamella	Fresnedillas
625	0	Quijorna	Quijorna
626	0	Escorial, El	El Escorial
627	0	San Lorenzo De El Esc.	San Lorenzo Del Escorial
628	0	Guadarrama	Guadarrama
629	0	Collado Mediano	Collado Mediano
630	0	Cercedilla	Los Molinos
631	0	Moralzarzal	Moralzarzal
632	0	Manzanares El Real	Manzanares El Real-Soto Real
633	0	Pinilla Del Valle	Rascafría-Alameda Valle-Pinilla Y Otros
634	0	Miraflores De La Sierra	Miraflores De La Sierra-Bustarviejo
635	0	Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	Villavieja Del Lozoya-Gascones- Y Otros
636	0	Atazar, El	Horcajuelo De La Sierra-Montejo Y Otros
637	0	Vellón, El	Patones-Berrueto-Cabrera-Torrelaguna Y Otr
638	0	Valdemanco	Cabanillas-Guadalix Sierra-Navalaf. Y Otros
639	0	Molar, El	Pedrezuela-Molar-Valdetorres Jarama-Fuente
640	0	Fresno De Torote	Ribatejada-fresno Totote-Valdeavero-Camar

641	0	Villalbilla	Torres Alameda-Santos Humosa-Villalbilla
642	0	Campo Real	Campo Real-Pozuelo
643	0	Pezuela De Las Torres	Santorcaz-Corpa-Pezuela
644	0	Morata De Tajuña	Perales De Tajuña-Morata Tajuña
645	0	Valdaracete	Valdilecha-Orusco-Carabaña-Tielmes-Brea Taj

Continuación Tabla 10.4: Zonificación en la corona regional de Madrid

Zon_1996	Zon_1988	Municipio	Centroide
646	0	Villaconejos	Villaconejos
647	0	Belmonte De Tajo	Valdelaguna-Villarejo Salvanes-Villamanrique
648	0	Aranjuez	Jardin Del Principe
649	0	Aranjuez	El Deleite
650	0	Aranjuez	Ontigola
651	0	Alamo, El	El Alamo-Batres
652	0	Robledo De Chavela	Zarzalejo-Santa Maria Alameda-Robledo
653	0	Olmeda De Las Fuentes	Nuevo Baztan-Olmeda Fuentes-Villar Olmo-Am
654	0	Chinchon	Chinchon
655	0	Cubas De La Sagra	Serranillos Del Valle-Casarrubuelos

10.3 LA MATRIZ DE DISTANCIAS A PIE

Parte 1.

BARRIO	Acacias	Adelfas	Almagro	Almenar	Arapiles	Atocha	Bellas Vistas	Berrugue
Acacias	500	3548	4094	8204	3774	2566	5808	7002
Adelfas	3548	500	4914	9017	5626	1456	7195	8389
Almagro	4094	4914	600	4491	1764	4709	2783	3946
Almenara	8204	9017	4491	600	4653	9136	2729	1495
Arapiles	3774	5626	1764	4653	500	5373	2240	3452
Atocha	2566	1456	4709	9136	5373	500	6991	8184
Bellas Vistas	5808	7195	2783	2729	2240	6991	500	1428
Berruguete	7002	8389	3946	1495	3452	8184	1428	500
Castellana	4742	4381	672	4900	2436	4751	3440	4413
Castilla	8463	8547	4434	946	5101	9010	3177	2223
Castillejos	7018	7795	3211	1400	3692	7774	1789	921
Chopera	1203	3119	4493	8920	4625	2137	6622	7816
Ciudad Jardín	6862	5836	2785	3725	4181	6467	3304	3605
Cortes	2136	3005	2068	6495	2707	2500	4350	5543
Cuatro Caminos	6172	7246	2611	2282	2802	7042	946	1369
Delicias	1694	2782	4302	8729	4909	1500	6585	7777
El Viso	5680	5616	1651	3505	2900	6065	2175	3000
Embajadores	1611	2782	2554	6981	2884	2488	4775	5968
Estrella	4118	1584	4333	7906	5297	2650	6624	7418
Fuente del Berr.	5412	3378	2595	6220	4220	4444	4939	5732
Gaztambide	4067	5919	2210	4921	535	5666	2401	3635
Goya	4358	3274	2185	6036	3300	3645	4620	5549
Guindalera	5894	4083	2170	5209	3934	5149	4321	4763
Hispanoamérica	7256	6550	3180	2658	4491	7013	2945	2764
Ibiza	4007	2680	2666	6629	3680	3052	5006	6142
Imperial	1595	4925	4081	7948	3405	4067	5553	6747
Jerónimos	2461	2796	2277	6683	3165	2621	4618	5812
Justicia	3080	4237	1087	5455	1589	4032	3158	4352
Legazpi	2360	2453	5451	9878	5862	1653	7732	8926
Lista	4920	3836	1631	5474	3167	4207	4193	4987
Niño Jesús	3466	1654	3668	7734	4681	2265	6008	7202
Nueva España	7911	7590	3882	1698	5113	8052	3353	2476
Pacífico	3160	905	4124	8191	5085	1722	6465	7659
Palacio	1821	3964	2745	6604	2175	3670	4209	5403
Palos de Mog.	1317	2370	3582	5008	4191	1444	5863	7057
Prosperidad	6545	5314	2468	4096	3864	5996	3586	3936
Recoletos	3975	3565	1515	5743	2593	3936	3914	5107
Ríos Rosas	5069	6143	1558	3349	1867	5938	1399	2473
Sol	1907	3702	2259	6421	2047	3448	4026	5219
Trafalgar	3611	4908	851	4705	913	4703	2310	3503
Universidad	2854	4684	1865	5440	1026	4430	3044	4238
Valdeacederas	7774	8991	4408	970	4224	8956	2233	821
Vallehermoso	4808	6660	2557	4128	1211	6407	1507	2741

Continuación matriz de distancias a pie

Parte 2.

BARRIO	Castellana	Castilla	Castille.	Chopera	Ciudad Jardín	Cortes	Cuatro C.
Acacias	4742	8463	7018	1203	6862	2136	6172
Adelfas	4381	8547	7795	3119	5836	3005	7246
Almagro	672	4434	3211	4493	2785	2068	2611
Almenara	4900	946	1400	8920	3725	6495	2282
Arapiles	2436	5101	3692	4625	4181	2707	2802
Atocha	4751	9010	7774	2137	6467	2500	7042
Bellas Vistas	3440	3177	1789	6622	3304	4350	946
Berruguete	4413	2223	921	7816	3605	5543	1369
Castellana	500	4585	3678	4764	2287	2655	3131
Castilla	4585	800	1756	8863	3254	6438	2639
Castillejos	3678	1756	500	7558	2781	5133	962
Chopera	4764	8863	7558	500	6962	2520	6825
Ciudad Jardín	2287	3254	2781	6962	500	4773	2358
Cortes	2655	6438	5133	2520	4773	500	4401
Cuatro Caminos	3131	2639	962	6825	2358	4401	600
Delicias	4573	8672	7366	728	6771	2393	6634
El Viso	1500	3400	2266	5893	1362	3655	1732
Embajadores	3139	6924	5619	1994	5257	525	4887
Estrella	3608	7436	6684	3967	4725	3264	6150
Fuente del Berr.	1922	5750	5000	5360	2987	3343	4464
Gaztambide	2883	5369	3960	4918	4531	3020	3069
Goya	1513	5566	4814	4306	2941	2289	4280
Guindalera	1497	4738	4028	5842	1919	3825	3494
Hispanoamérica	2724	2187	1843	7379	1191	5168	2000
Ibiza	2017	6159	5407	3940	3534	2221	4873
Imperial	4730	8396	6911	2704	6849	2522	6027
Jerónimos	2415	6626	5379	2404	4613	534	4669
Justicia	1735	5457	4054	3710	3855	1310	3209
Legazpi	5722	9821	8516	1358	7850	3542	7783
Lista	959	5004	4252	4868	2379	2851	3718
Niño Jesús	3019	7277	6512	3347	4708	2612	5978
Nueva España	3626	1124	1637	8280	2295	5885	2480
Pacífico	3475	7734	6969	2804	5191	2454	6435
Palacio	3393	7052	5567	2706	5512	1245	4683
Palos de Mog.	3853	7951	6646	1056	6050	1673	5914
Prosperidad	1930	3624	3112	6526	521	4456	2689
Recoletos	842	5427	4521	3922	3130	1895	3949
Ríos Rosas	2079	3706	1949	5722	2647	3297	1103
Sol	2908	6630	5110	2628	5027	834	4265
Trafalgar	1523	5058	3370	4445	3556	2062	2501
Universidad	2513	5887	4402	3705	4632	1763	3519
Valdeacederas	4875	1751	1196	8588	3960	6315	2013
Vallehermoso	3214	4576	3188	5659	3994	3761	2328

Continuación matriz de distancias a pie

Parte 3.

BARRIO	Delicias	El Viso	Embajadores	Estrella	Fuente del Berro	Gaztambide	Goya
Acacias	1694	5680	1611	4118	5412	4067	4358
Adelfas	2782	5616	2782	1584	3378	5919	3274
Almagro	4302	1651	2554	4333	2595	2210	2185
Almenara	8729	3505	6981	7906	6220	4921	6036
Arapiles	4909	2900	2884	5297	4220	535	3300
Atocha	1500	6065	2488	2650	4444	5666	3645
Bellas Vistas	6585	2175	4775	6624	4939	2401	4620
Berruguete	7777	3000	5968	7418	5732	3635	5549
Castellana	4573	1500	3139	3608	1922	2883	1513
Castilla	8672	3400	6924	7436	5750	5369	5566
Castillejos	7366	2266	5619	6684	5000	3960	4814
Chopera	728	5893	1994	3967	5360	4918	4306
Ciudad Jardín	6771	1362	5257	4725	2987	4531	2941
Cortes	2393	3655	525	3264	3343	3020	2289
Cuatro Caminos	6634	1732	4887	6150	4464	3069	4280
Delicias	600	5702	2080	3631	5170	5202	4115
El Viso	5702	700	4141	4505	2818	3170	2635
Embajadores	2080	4141	700	3190	3821	3177	2767
Estrella	3631	4505	3190	600	2267	5782	2258
Fuente del Berr	5170	2818	3821	2267	600	4705	1054
Gaztambide	5202	3170	3177	5782	4705	500	3784
Goya	4115	2635	2767	2258	1054	3784	500
Guindalera	5651	2200	4303	2972	1161	4380	1535
Hispanoamérica	7187	1590	5650	5439	3753	4761	3570
Ibiza	3748	3228	2616	1693	1647	4165	592
Imperial	3196	5668	2166	5355	5670	3511	4615
Jerónimos	2213	3570	929	2730	3011	3554	1957
Justicia	3625	2673	1793	3921	3096	2074	2072
Legazpi	1150	6851	3230	3647	5441	6155	5027
Lista	4677	2073	3329	2760	1085	3652	562
Niño Jesús	3010	4333	2536	652	2250	5166	1912
Nueva España	8089	2492	6371	6478	4792	5380	4608
Pacífico	2467	4789	2276	1202	2939	5413	2369
Palacio	3040	4330	1182	4371	4343	2378	3289
Palos de Mog.	720	4982	1360	3138	4450	4484	3395
Prosperidad	6335	1519	4939	4203	2465	4311	2420
Recoletos	3731	2341	2379	2820	1760	3078	706
Ríos Rosas	5530	1286	3783	5464	3778	2135	3567
Sol	2961	3846	1172	4100	3933	2340	2878
Trafalgar	4295	2274	2548	4558	3432	1359	2559
Universidad	3967	3376	1942	4697	3874	1460	2895
Valdeacederas	8549	3463	6740	7880	6194	4401	6011
Vallehermoso	4693	2633	3918	6370	4983	894	4371

Continuación matriz de distancias a pie

Parte 4.

BARRIO	Guindal.	Hispanoamérica	Ibiza	Imperial	Jerónim.	Justicia	Legazpi
Acacias	5894	7256	4007	1595	2461	3080	2360
Adelfas	4083	6550	2680	4925	2796	4237	2453
Almagro	2170	3180	2666	4081	2277	1087	5451
Almenara	5209	2658	6629	7948	6683	5455	9878
Arapiles	3934	4491	3680	3405	3165	1589	5862
Atocha	5149	7013	3052	4067	2621	4032	1653
Bellas Vistas	4321	2945	5006	5553	4618	3158	7732
Berruguete	4763	2764	6142	6747	5812	4352	8926
Castellana	1497	2724	2017	4730	2415	1735	5722
Castilla	4738	2187	6159	8396	6626	5457	9821
Castillejos	4028	1843	5407	6911	5379	4054	8516
Chopera	5842	7379	3940	2704	2404	3710	1358
Ciudad Jardín	1919	1191	3534	6849	4613	3855	7850
Cortes	3825	5168	2221	2522	534	1310	3542
Cuatro Caminos	3494	2000	4873	6027	4669	3209	7783
Delicias	5651	7187	3748	3196	2213	3625	1150
El Viso	2200	1590	3228	5668	3570	2673	6851
Embajadores	4303	5650	2616	2166	929	1793	3230
Estrella	2972	5439	1693	5355	2730	3921	3647
Fuente del Berr	1161	3753	1647	5670	3011	3096	5441
Gaztambide	4380	4761	4165	3511	3554	2074	6155
Goya	1535	3570	592	4615	1957	2072	5027
Guindalera	700	2741	2128	6151	3493	3233	6146
Hispanoamérica	2741	700	4162	7244	5043	4250	8336
Ibiza	2128	4162	500	4630	1686	2303	4434
Imperial	6151	7244	4630	500	2975	2995	3860
Jerónimos	3493	5043	1686	2975	800	1766	3362
Justicia	3233	4250	2303	2995	1766	500	4774
Legazpi	6146	8336	4434	3860	3362	4774	700
Lista	1065	3007	1155	5178	2519	2301	5589
Niño Jesús	2955	5280	1319	4703	2078	3305	3647
Nueva España	3780	1230	5200	7900	5945	4904	9238
Pacífico	3644	5737	1776	4420	2245	3686	2920
Palacio	4852	5907	3304	1477	1779	1657	3943
Palos de Mog.	4931	6467	3028	2807	1493	2904	1870
Prosperidad	1398	1562	3012	6532	4177	3538	7377
Recoletos	2841	3567	1200	3661	1573	1366	4880
Ríos Rosas	3178	2691	3954	4962	3565	2105	6680
Sol	4405	5422	2893	1900	1368	1172	3865
Trafalgar	3021	3865	2940	3668	2436	850	5445
Universidad	4010	4967	3117	2600	2261	857	4942
Valdeacederas	5225	2923	6604	7519	6575	5123	9698
Vallehermoso	4383	4091	4752	4252	4248	2662	6896

Continuación matriz de distancias a pie

Parte 5.

BARRIO	Lista	Niño Jes.	Nueva España	Pacífico	Palacio	Palos de Moguer	Prosper.
Acacias	4920	3466	7911	3160	1821	1317	6545
Adelfas	3836	1654	7590	905	3964	2370	5314
Almagro	1631	3668	3882	4124	2745	3582	2468
Almenara	5474	7734	1698	8191	6604	5008	4096
Arapiles	3167	4681	5113	5085	2175	4191	3864
Atocha	4207	2265	8052	1722	3670	1444	5996
Bellas Vistas	4193	6008	3353	6465	4209	5863	3586
Berruguete	4987	7202	2476	7659	5403	7057	3936
Castellana	959	3019	3626	3475	3393	3853	1930
Castilla	5004	7277	1124	7734	7052	7951	3624
Castillejos	4252	6512	1637	6969	5567	6646	3112
Chopera	4868	3347	8280	2804	2706	1056	6526
Ciudad Jardín	2379	4708	2295	5191	5512	6050	521
Cortes	2851	2612	5885	2454	1245	1673	4456
Cuatro Caminos	3718	5978	2480	6435	4683	5914	2689
Delicias	4677	3010	8089	2467	3040	720	6335
El Viso	2073	4333	2492	4789	4330	4982	1519
Embajadores	3329	2536	6371	2276	1182	1360	4939
Estrella	2760	652	6478	1202	4371	3138	4203
Fuente del Berr	1085	2250	4792	2939	4343	4450	2465
Gaztambide	3652	5166	5380	5413	2378	4484	4311
Goya	562	1912	4608	2369	3289	3395	2420
Guindalera	1065	2955	3780	3644	4852	4931	1398
Hispanoamérica	3007	5280	1230	5737	5907	6467	1562
Ibiza	1155	1319	5200	1776	3304	3028	3012
Imperial	5178	4703	7900	4420	1477	2807	6532
Jerónimos	2519	2078	5945	2245	1779	1493	4177
Justicia	2301	3305	4904	3686	1657	2904	3538
Legazpi	5589	3647	9238	2920	3943	1870	7377
Lista	500	2474	4046	2931	3851	3957	1857
Niño Jesús	2474	500	6319	873	3718	2486	4186
Nueva España	4046	6319	800	6775	6562	7369	2666
Pacífico	2931	873	6775	500	3458	2056	4720
Palacio	3851	3718	6562	3458	700	2346	5195
Palos de Mog.	3957	2486	7369	2056	2346	500	5615
Prosperidad	1857	4186	2666	4720	5195	5615	600
Recoletos	1230	2203	4468	2660	2835	3010	2750
Ríos Rosas	3033	4955	3245	5412	3618	4810	2741
Sol	3441	3447	6076	3196	575	2243	4710
Trafalgar	2358	3942	4505	4357	2323	3575	3239
Universidad	3078	4080	5606	4178	1230	3250	4315
Valdeacederas	5450	7703	2138	8165	6175	7829	4291
Vallehermoso	4116	5754	4645	6154	3119	5225	4087

Continuación matriz de distancias a pie

Parte 6.

BARRIO	Recoletos	Ríos Rosas	Sol	Trafalgar	Universid.	Valdeacederas	Vallehermoso
Acacias	3975	5069	1907	1611	2854	7774	4808
Adelfas	3565	6143	3702	4908	4684	8991	6660
Almagro	1515	1558	2259	851	1865	4408	2557
Almenara	5743	3349	6421	4705	5440	970	4128
Arapiles	2593	1867	2047	913	1026	4224	1211
Atocha	3936	5938	3448	4703	4430	8956	6407
Bellas Vistas	3914	1399	4026	2310	3044	2233	1507
Berruguete	5107	2473	5219	3503	4238	821	2741
Castellana	842	2079	2908	1523	2513	4875	3214
Castilla	5427	3706	6630	5058	5887	1751	4576
Castillejos	4521	1949	5110	3370	4402	1196	3188
Chopera	3922	5722	2628	4445	3705	8588	5659
Ciudad Jardín	3130	2647	5027	3556	4632	3960	3994
Cortes	1895	3297	834	2062	1763	6315	3761
Cuatro Caminos	3949	1103	4265	2501	3519	2013	2328
Delicias	3731	5530	2961	4295	3967	8549	4693
El Viso	2341	1286	3846	2274	3376	3463	2633
Embajadores	2379	3783	1172	2548	1942	6740	3918
Estrella	2820	5464	4100	4558	4697	7880	6370
Fuente del Berr	1760	3778	3933	3432	3874	6194	4983
Gaztambide	3078	2135	2340	1359	1460	4401	894
Goya	706	3567	2878	2559	2895	6011	4371
Guindalera	2841	3178	4405	3021	4010	5225	4383
Hispanoamérica	3567	2691	5422	3865	4967	2923	4091
Ibiza	1200	3954	2893	2940	3117	6604	4752
Imperial	2161	4962	1900	3668	2600	7519	4252
Jerónimos	1573	3565	1368	2436	2261	6575	4248
Justicia	1366	2105	1172	850	857	5123	2662
Legazpi	4880	6680	3865	5445	4942	9698	6896
Lista	1230	3033	3441	2358	3078	5450	4116
Niño Jesús	2203	4955	3447	3942	4080	7703	5754
Nueva España	4468	3245	6076	4505	5606	2138	4645
Pacífico	2660	5412	3196	4357	4178	8165	6154
Palacio	2835	3618	575	2323	1230	6175	3119
Palos de Mog.	3010	4810	2243	3575	3250	7829	5225
Prosperidad	2750	2741	4710	3239	4315	4291	4087
Recoletos	600	2861	2424	1853	2189	5117	3665
Ríos Rosas	2861	600	3161	1421	2453	3116	1597
Sol	2424	3161	500	1859	1105	5991	3081
Trafalgar	1853	1421	1859	500	1159	4275	1812
Universidad	2189	2453	1105	1159	600	5010	2149
Valdeacederas	5117	3116	5991	4275	5010	600	3507
Vallehermoso	3665	1597	3081	1812	2149	3507	600

10.4 EL TIEMPO DE VIAJE EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La EDM'96 incluía preguntas sobre la hora de salida y llegada de cada uno de los viajes que los usuarios dijeron haber realizado dentro de la Comunidad de Madrid en un día en particular por lo que se obtiene el tiempo del desplazamiento puerta a puerta entre el origen y el destino.

Como es sabido, el tiempo de viaje consta de varias componentes entre las cuales se suele identificar a los tiempos de acceso, espera, a bordo del o de los modos de transporte, de trasbordo, de aparcamiento y de dispersión hasta el sitio de destino. También podría hacerse mención a otras clasificaciones a las que algunos autores le dan gran importancia como son el tiempo de planeación del viaje y el tiempo de ajuste de horarios (Wardman, 2004), pero que obedecen más bien a desplazamientos eventuales, que no es el caso en consideración.

De acuerdo con Guerrero (2003), cuanto se busca es la medición objetiva o real de recursos y el tiempo al ser uno de ellos y para muchos investigadores el más importante, debe entonces ser evaluado de esta forma y no desde la perspectiva del usuario, quien le agrega cierta distorsión.

Es posible hacer referencia a tiempo de viaje reales u objetivos por la forma en que se diseñó la metodología de encuesta, ya que es previsible que el viajero recuerde mucho mejor los tiempos de partida y de llegada que los tiempos parciales dedicados a algunas componentes del viaje como el tiempo de espera o de acceso (en las que el diario de viajes es más apropiado). La averiguación del tiempo en relación con referencias temporales como por ejemplo, la hora de inicio o fin del horario laboral o estudiantil, la hora de salida o llegada al hogar, etc (llamados hitos), intenta evitar además, que ocurran sesgos sistemáticos como las penalizaciones asociadas con la calidad percibida. Así mismo, dado que la mayoría de los viajes son pendulares, los viajeros los recuerdan fácilmente y pueden responder apropiadamente por el tiempo invertido en sus desplazamientos.

Como la EDM'96 permitió conocer todos los desplazamientos diarios, es posible establecer una serie de períodos típicos para los cuales realizar el análisis. De acuerdo con los flujos observados y las características de las actividades se hizo una diferenciación entre los siguientes periodos, con el propósito de observar la existencia

de cambios significativos en los tiempos de viaje, la tabla 10.5 muestra cómo es la variación del tiempo de viaje a lo largo del día en los diferentes modos.

El periodo que presente diferencias importantes es el que cubre hasta las 6:30 de la mañana. Esto se asocia con la escasa oferta de servicios en ese lapso, que pueden incrementar la espera. En cuanto a los demás periodos, la variación más importante se observa entre el valle del medio día y los periodos punta de mañana y tarde y, en particular, para los autobuses interurbanos y el coche, lo cual se debe a que comparten la infraestructura disponible y son susceptibles de sufrir la congestión, aunque se observa extrañamente que el autobús urbano no se ve afectado en la misma proporción. Llama así mismo la atención la consistencia de la información, que responde muy bien a la lógica esperada de acuerdo con el periodo del día.

Tabla 10.5: Tiempo de viaje de acuerdo con el periodo y modo de transporte en la comunidad de Madrid en 1996.

Período	A pie	Coche	Autobús urbano	Autobús interurb.	Metro	Cercanías	Total
0:00 a 6:30	16,1	31,7	40,0	61,3	49,9	70,1	40,1
6:30 a 9:30	13,9	28,6	32,7	49,1	39,9	57,4	29,2
9:30 a 12:30	14,8	23,0	31,7	40,7	35,7	54,5	22,0
12:30 a 15:30	13,8	24,2	32,3	46,1	38,1	56,4	24,9
15:30 a 24:00	15,5	26,9	32,7	47,3	38,5	57,5	28,0
Promedio día	14,5	26,7	32,5	47,1	38,6	57,5	26,8

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Como se ha mencionado, el tiempo en este caso es un valor total desde el origen hasta el destino, que incluye todas las componentes del mismo. De acuerdo con la tabla anterior, se concluye que:

- Los viajes *a pie* son en promedio los de menor duración, lo cual se debe a que son de ámbito local.
- Los viajes de mayor duración son los que utilizan el tren de cercanías, seguidos de los viajes en bus interurbano; esto se debe a que su uso se ha especializado en distancias largas, siendo posiblemente mayor el tiempo en Cercanías por las frecuencias de servicio y la menor accesibilidad.

- El tiempo en autobús es menor que en Metro, lo cual puede asociarse con una mejor accesibilidad del primero y una mayor rigidez del segundo, con lo cual, en el segundo caso habrá más trasbordos y mayores distancias de viaje.

Con propósitos de comparación, se puede determinar cuál es el tiempo de viaje que en el ámbito de cada corona y de la Comunidad de Madrid, se está invirtiendo en transporte privado (coche) y en transporte público (tablas 10.6 y 10.7 respectivamente).

En cuanto se refiere al transporte público, no todos los modos participan de forma homogénea en la geografía de la comunidad. Si se hace una comparación con el coche particular, el transporte público es más competitivo en las coronas internas (volúmenes de viajes altos y tiempos relativamente menores) que en las externas y especialmente en la regional; y, al contrario, el transporte particular es menos competitivo en las coronas internas y posee una gran fortaleza en las coronas más externas (en la corona regional prácticamente es el único modo motorizado, con los consiguientes problemas para los grupos con acceso reducido). Este esquema ha sido corroborado fuera de la Comunidad de Madrid, como bien se observa en la síntesis sobre la encuesta de Movilia (Martínez, 2004).

Tabla 10.6: tiempo de viaje en coche en Madrid en 1996 (minutos)

<i>Corona</i>	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	<i>Regional</i>	<i>Total</i>
Almendra	22,9	29,1	39,2	50,1	29,8
Periferia	28,6	22,9	36,6	45,9	27,4
Metropolitana	40,9	37,8	19,7	30,1	25,4
Regional	49,8	47,3	28,7	14,6	21,6
Total	30,0	27,8	25,0	21,9	26,7

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Tabla 10.7: El tiempo de viaje en transporte público en Madrid en 1996 (minutos)

<i>Corona</i>	<i>Almendra</i>	<i>Periferia</i>	<i>Metropolitana</i>	<i>Regional</i>	<i>Total</i>
Almendra	28,4	39,0	57,2	74,6	37,4
Periferia	38,5	37,2	57,8	82,3	40,7
Metropolitana	56,7	58,2	37,9	45,9	48,5
Regional	73,6	83,8	47,0	32,2	58,4
Total	37,1	41,0	48,6	57,5	41,3

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM, 1998)

Puede decirse entonces que cada uno de los modos ha encontrado su nicho de mercado: los viajes *a pie* cubren las distancias locales (interior de cada corona), el autobús urbano y el Metro responden apropiadamente a las necesidades de las dos coronas internas (ciudad de Madrid), el tren de cercanías y el autobús interurbano son el soporte básico tanto de la corona metropolitana como de las relaciones entre ésta y las coronas internas. Por último, el coche privado se adapta muy bien en todos los ámbitos, pero especialmente a la corona regional y en las relaciones de ésta con las demás.

En cuanto a los tiempos y el motivo de viaje, en la tabla 10.8 se puede observar la existencia de diferencias significativas. En general los viajes de estudio se circunscriben al entorno local, al contrario de los viajes hacia el trabajo, para los que se da un intercambio entre coronas importante, especialmente con dirección hacia la almendra, y que se realizan en los momentos de máxima demanda, en los cuales el tiempo de viaje es mayor por la intensidad de los flujos.

Tabla 10.8: Tiempos de viaje de acuerdo con los diferentes motivos y modos en la Comunidad de Madrid en 1996.

MOTIVO	<i>A pie</i>	<i>Coche</i>	<i>Autobús urbano</i>	<i>Autobús interurb</i>	<i>Metro</i>	<i>Cerca-nias</i>	<i>Taxi</i>	<i>Total</i>
Trabajo	13,1	29,2	34,4	51,3	38,5	56,1	23,2	32,1
Gestiones	16,9	30,6	35,7	43,1	33,4	52,7	33,6	32,3
Estudio	13,4	22,1	29,3	45,3	40,0	60,2	24,5	24,1
Otros	14,9	25,7	38,6	46,4	38,4	57,5	23,4	25,9
Tiempo Medio	14,5	26,7	32,5	47,1	38,6	57,5	23,7	26,8

Fuente: Elaboración propia a partir de EDM'96 (CRTM; 98)

En la práctica resultan difíciles de comparar los tiempos entre los diferentes modos si previamente no se ha hecho referencia al espacio o ámbito geográfico (Monzón, A., et al, 2003). En el caso del motivo trabajo, no se puede hacer una comparación directa de los viajes *a pie* con los viajes en Cercanías, pues la mayoría de los primeros se dan al interior de cada corona (con distancias máximas de dos kilómetros) y los segundos ocurren mayoritariamente en el interior de la corona metropolitana o entre ésta y las demás coronas (distancias promedio superiores a los 10 km).

10.5 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS BARRIOS DE LA ALMENDRA

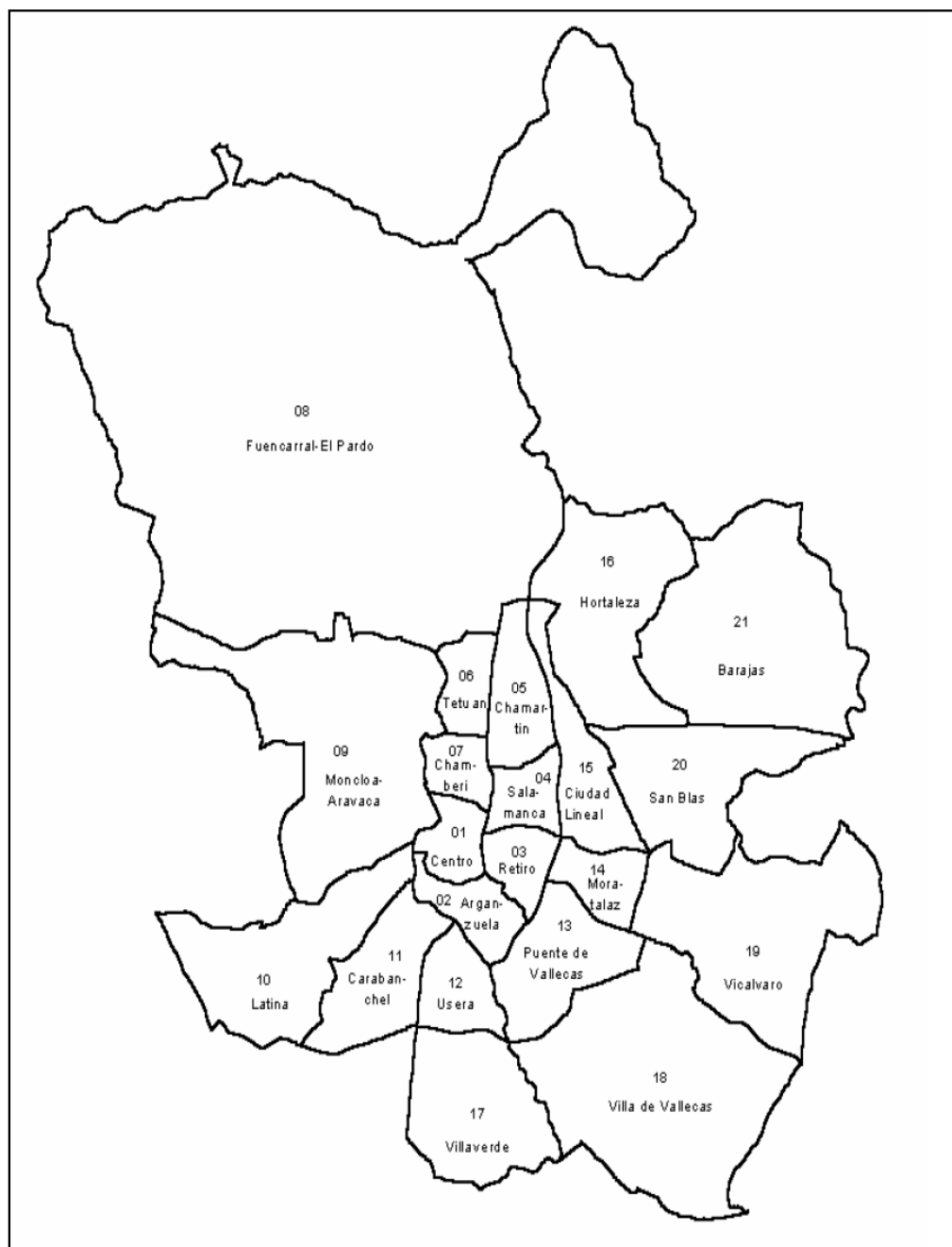


Figura 10.2: La división en distritos de la ciudad de Madrid.

Como se puede ver en la tabla 10.9, los barrios que conforman el distrito Centro muestran una variabilidad importante. El barrio Embajadores, por ejemplo, tiene una densidad que es del orden de dos veces la de los otros barrios y presenta la renta per cápita más baja. Se observa igualmente como significativo el crecimiento poblacional del distrito y sus bajas tasas de motorización, que son compatibles tanto con los niveles de renta como con la dificultad para el aparcamiento.

En el caso del distrito de Arganzuela, que se muestra en la tabla 10.10, el nivel de renta y las tasas de motorización son más homogéneas, pero los barrios de Atocha y Legazpi muestran singularidades como la muy baja densidad y una alta tasa de crecimiento poblacional, que supera el 10% anual en la última década, y que hacen de este distrito el que lidera el aumento poblacional de la almendra (esta corona, hasta finales de la década pasada presentaba tasas de crecimiento poblacional negativas).

Tabla 10.9: Características socioeconómicas y viajes en el distrito Centro en 1996

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Palacio	147	21.891	149	11.590	354	48.377	2,21	1,8%
Embajadores	103	40.475	393	8.772	235	76.246	1,88	2,8%
Cortes	59	9.920	168	11.657	393	18.016	1,82	2,0%
Justicia	75	14.590	196	12.205	481	24.875	1,70	2,7%
Universidad	96	29.163	305	10.642	306	57.620	1,98	2,6%
Sol	44	6.576	148	11.099	424	10.256	1,56	4,0%
Total	524	122.615	234	10.494	325	235.392	1,92	2,6%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Tabla 10.10: Características socioeconómicas y viajes en Arganzuela en 1996

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Imperial	97	18.717	193	12.128	346	38.342	2,05	2,5%
Acacias	108	29.594	274	13.183	341	57.523	1,94	3,1%
Chopera	57	20.580	359	10.176	309	33.701	1,64	1,3%
Legazpi	140	4.091	29	12.420	316	8.477	2,07	10,1%
Delicias	105	18.261	173	11.158	308	33.198	1,82	4,0%
Palos de M.	65	22.923	352	10.701	311	50.464	2,20	2,6%
Atocha	82	534	6	11.172	551	1.129	2,12	10,0%
Total	655	114.700	175	11.622	325	222.834	1,94	3,1%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

En cuanto al distrito del Retiro, que se muestra en la tabla 10.11, la densidad poblacional, la renta per cápita y las tasas de motorización son más altas que las de los distritos Centro y Arganzuela (más de un 30% en promedio). En cambio, el crecimiento poblacional (medido en todos los casos como tasa promedio de la última década) es modesto e incluso presenta tasas negativas en algunos barrios como la Estrella o los Jerónimos. A propósito de este último, su baja densidad se relaciona con la presencia en sus inmediaciones de obras singulares como el parque del Buen Retiro, el Jardín Botánico o museos como el Prado. Es un área de gran atractivo turístico.

Tabla 10.11: Características socioeconómicas y viajes en el Retiro en 1996.

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Pacífico	70	33.674	479	13.104	368	72.068	2,14	1,1%
Adelfas	63	12.629	201	13.645	387	29.821	2,36	3,2%
Estrella	102	27.327	267	16.411	508	54.564	2,00	-0,9%
Ibiza	49	22.822	468	13.542	400	45.680	2,00	0,6%
Jerónimos	190	8.101	43	17.714	689	13.576	1,68	-0,3%
Niño Jesús	64	15.892	249	18.702	515	25.844	1,63	0,2%
Total	538	120.445	224	15.040	449	241.554	2,01	0,6%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

En el caso del distrito de Salamanca, que se muestra en la tabla 10.12, los niveles de renta son en promedio similares a los del Retiro, pero interiormente se observan diferencias muy fuertes, como las de los barrios de Recoletos o la Castellana, cuyos ingresos y niveles de motorización son alrededor de un 50% más altos que los de otros sectores como Fuente del Berro o Goya.

El distrito de Chamartín, que se muestra en la tabla 10.13 se caracteriza por poseer las densidades de población más bajas de la almendra y por la motorización más alta. La renta per cápita es la más alta de la ciudad, pero como en el caso del barrio de Salamanca, no se distribuye de forma homogénea. Se destaca la baja tasa de viajes diarios por habitante, que contrasta con su nivel de motorización. Puede observarse entonces cómo, incluso en el centro de la ciudad, las zonas menos densas (relativamente), están más orientadas al uso del coche, en detrimento de otras formas de movilización que pudieran ser muy pertinentes (en los viajes de estudio, se nota una también un alto uso del coche).

Tabla 10.12: Características socioeconómicas y viajes en Salamanca en 1996.

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Recoletos	87	14.568	167	20.518	800	27.962	1,92	1,0%
Goya	77	30.172	391	14.197	438	67.104	2,22	0,6%
Fuente del.	86	21.234	247	12.774	379	45.002	2,12	1,1%
Guindalera	160	39.244	245	14.178	479	91.177	2,32	0,6%
Lista	53	20.872	396	14.714	432	39.780	1,91	1,0%
Castellana	78	15.911	205	20.146	685	32.520	2,04	0,8%
Total	541	142.001	263	15.384	504	303.546	2,14	0,8%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Tabla 10.13: Características socioeconómicas y viajes en Chamartín en 1996.

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
El Viso	171	14.497	85	24.547	766	25.017	1,73	0,8%
Prosperidad	104	36.414	351	13.978	436	72.793	2,00	0,5%
Ciudad J.	76	17.327	228	13.625	492	18.737	1,08	1,1%
Hispanoam.	172	29.407	171	17.094	550	47.062	1,60	0,4%
Nueva Esp.	179	21.001	117	20.750	588	36.182	1,72	1,0%
Castilla	218	16.655	77	16.339	592	33.341	2,00	0,5%
Total	920	135.301	147	17.100	546	233.133	1,72	0,7%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Por otra parte, el distrito de Tetuán puede compararse por su nivel de renta per cápita a otros como el Centro o Arganzuela, pero sus niveles de motorización son mucho más altos que los otros distritos. Barrios como Cuatro Caminos y Castillejos duplican a los demás barrios en dicha variable. El crecimiento poblacional es muy alto y se produce con mayor énfasis en aquellos barrios con los niveles de renta más bajos (Ver tabla 10.14 y figura 10.3).

Tabla 10.14: Características socioeconómicas y viajes en Tetuán en 1996.

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Bellas Vistas	71	25.154	352	10.764	305	59.062	2,35	1,9%
Cuatro Cam.	119	33.777	285	13.693	858	77.102	2,28	0,8%
Castillejos	71	18.999	269	14.948	854	40.699	2,14	1,1%
Almenara	100	18.461	185	9.196	366	30.164	1,63	0,2%
Valdeaced.	117	19.798	169	8.768	318	34.833	1,76	2,0%
Berruguete	60	19.178	321	9.435	305	45.140	2,35	2,2%
Total	537	135.367	252	11.387	530	287.001	2,12	1,4%

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

Finalmente, en la tabla 10.15 se muestra el distrito de Chamberí, que puede considerarse un agrupamiento de barrios homogéneo desde el punto de vista económico. Su densidad en general es alta y la evolución poblacional es moderada e incluso, es negativa en barrios como Vallehermoso.

Tabla 10.15: Características socioeconómicas y viajes en Chamberí en 1996.

Barrio	Extensión (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab./ha)	Renta per cápita	Coches X 1000 hab.	Viajes por día	Viajes por hab.	Aumento Población
Gaztambide	51	25.098	495	14.043	423	38.167	1,52	0,5%
Arapiles	58	26.573	458	12.915	396	50.419	1,90	0,7%
Trafalgar	61	24.610	403	12.953	403	46.023	1,87	1,4%
Almagro	94	19.507	208	19.427	655	36.898	1,89	0,7%
Ríos Rosas	98	27.158	277	14.278	416	54.752	2,02	0,5%
Valleherm.	107	21.943	205	16.806	495	45.984	2,10	-0,5%
Total	469	144.889	309	14.842	456	272.243	1,88	0,6%

Nota: La última columna se refiere al crecimiento promedio anual de la población en la última década.

Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto de estadísticas de la Comunidad de Madrid (2005), de la Dirección General de Estadística de Madrid (2005) y de la EDM'96 (CRTM, 1998)

En general y a pesar de las diferencias observadas, los niveles de renta tienden a ser muy parecidos y significativamente más altos que los del resto de la ciudad de Madrid,, como se puede constatar en la figura 10.3, que se muestra a continuación.

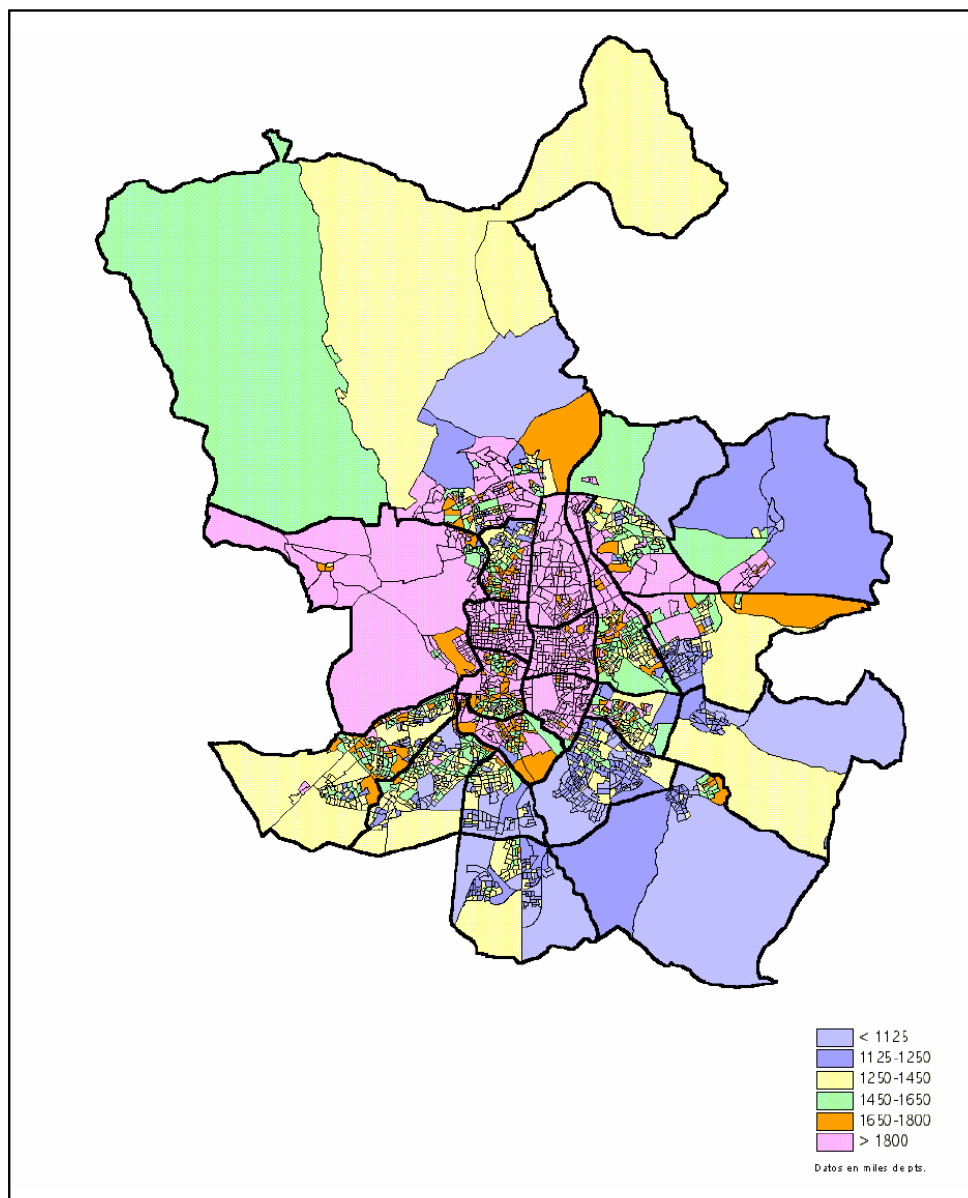


Figura 10.3: Renta familiar disponible per cápita en Madrid en 1996 (miles de pesetas)